#13

#13

ISSN 0387-6039

広島県水産試験場研究報告

第 13 号

昭和58年3月

広 島 県 水 産 試 験 場

(広島県安芸郡音戸町大字音戸5233-2)

広 水 試 研 報
Bull. Hiroshima Fish. Exp. Stn.

目　次

原　著

抄　録

各種刊行物リスト

要　旨

広島湾の養殖マガキの産卵による軟体部の形態変化について

馬久地隆幸

広島湾で垂下養殖されている２年生のマガキについて放卵，放精に伴う軟体部の形態的変化について調査した。カキは形態の変異が著しくまた，軟体部も一概に個体の成長を示さない。このため，殻の各形状を測定し，殻内容積を基準として軟体部の形態変化を推定することにした。調査マガキは温度刺激法によって産卵誘発を行い，放卵，放精させた。放卵，放精によって軟体部の容積は，21.1％減少した。また，軟体部断面積に占める生殖巣の面積比は67％から49％に減少した。一方，雌雄別では，雌は雄に比べ軟体部容積のバラツキが大きく，また，放卵に伴う生殖巣の面積比の変化も大きい。産卵量は殻内容積と最も強い相関を示したが，調査範囲では，５％の有意水準には達せず，r＝0.42（５％有意水準 r＝0.44）であった。

※　広水試研報。13号.
1－6（1983）.

カキの成育と餌料量との関係について

楠木　豊・木村知博・馬久地隆幸・橋本俊将

カキの成育と餌料量との関係を求める目的で広島湾と三津湾とで，'77年４月から '78 年２月まで調査を実施した。生肉重量は，月別の１カ月当たり増加量を出し，増肉量（g/月）と名付けた。カキは微小植物プランクトンを選択的に摂取するので，植物色素量をもって餌料量とした。

増肉量と，その期間の平均植物色素量との間には，相関関係が全く認められなかった。えらによる餌料の捕捉量と，捕捉した懸濁態有機窒素量のうち生肉の増加に向けられる割合（餌料効率）とを用いて，餌料量のうち生肉の増加に向けられる量を，次式で指数的に求め，これを色素指数と名付ける。この色素指数と増肉量との間には，かなりのばらつきはあるが，正の相関関係を認めることができた。

色素指数＝植物色素量×間接法沪過水量
×餌料効率

※　広水試研報．13号.
7－33（1983）.

1979～1981年の広島県下のカキへい死

赤繁　悟・楠木　豊・橋本俊将

産卵期のカキへい死対策の基礎資料を得る目的で，1979～1981年に県下のカキ養殖漁場で産卵期のへい死が終了する時期に，カキ垂下連（９ｍ）の上，中，下層からカキを採取してへい死率，生肉重量等を調べた。３年間のへい死率は，1979年が22％と比較的高く，1980年に14％，1981年に９％と低い値であった。へい死率は，抑制カキよりもイキスカキで，また中・下層のカキよりも上層のカキで高かった。調査時の生肉重量とへい死率との間には有意の正の相関が認められたものの，寄与率は0.3であった。1960～1964年と1979～1981年の広島湾の夏期水温は，へい死の多かった年には高く，へい死の少なかった年には水温も低く経過した。

※　広水試研報。13号.
35－51（1983）.

ヒラメ稚魚の海面小割生簀における飼育法の検討

紙本洋志・片岡憲治

ヒラメ稚魚の海面小割いけすにおける飼育可能な最小の大きさを検討するため，全長20㎜，30㎜，50㎜の成長段階の異なる稚魚を用い比較飼育を行った。イカナゴ細片肉・アミエビ細片肉を与え10日間飼育した結果，歩留りと大きさのばらつきから30㎜で飼育可能と考えられた。また50㎜以上の稚魚の飼育成績の向上のため，底網を平らに張り，二重底にした小割いけすを試作し普通のいけすと比較した。その結果，歩留りの向上，ばらつきの減少が認められた。

※　広水試研報。13号.
53－57（1983）.

広島県沿岸に出現する赤潮生物－I。

Chattonella antiqua（HADA）ONO と *Chattonella marina*（SUBRAHMANYAN）HARA et CHIHARA

高山晴義

県下に出現する赤潮生物について，その特徴や発生状況について順次報告する予定であるが，最初に *Chattonella* をとりあげた。

我が国には，*C. antiqua* と *C. marina* の2種が出現するとされているが，最近県下では *C. marina* の出現が目立つようである。1969年以来，県下ではこれまでに6件の *Chattonella* 赤潮が確認されているが，1970年のものが発生規模および漁業被害とも最大である。*Chattonella* は魚類の鰓に対して影響を及ぼし，ついには死亡させるものと推定される。

※　広水試研報．13号．
59－64（1983）．

原 著 Original Articles

広島湾の養殖マガキの産卵による軟体部の形態変化について

馬久地 隆 幸

Morphologycal Change of Oyster Meat by Spawning in Hiroshima bay

Takayuki MEKUCHI

カキの殻の形態は，他の二枚貝に比べて変異がきわめて大きく，生育環境や付着状況によって形状が異なり，これらの変異を適確に表現することが困難である。また，軟体部も他の貝類と同様に，殻の成長とは異なり一概に個体の成長を示さず，性成熟，産卵によって軟体部の組織，重量は大きく変化する。

ここでは，カキ採苗のための基礎的知見を得るため広島湾で垂下養殖したマガキ *Crassostrea gigas* の殻の形態および産卵に伴う軟体部の形態変化を調査したので，その結果について報告する。

材料および方法

調査マガキ 1975年夏に広島湾で採苗し，翌年の6月から江田島北部沿岸の三高で垂下養殖した2年生のマガキである。調査は1977年6月下旬に行った。調査したマガキはすべて未産卵の個体であったが，1～2回の温度刺激法による産卵誘発によって，ほとんどの個体が放卵，放精した。

殻の形態 殻の大きさは殻長，殻高，殻幅の積で表わし，これを殻外容積とした。殻内容積は軟体部を取り除いた殻内に硫酸カルシウムを流し込んで固まらせ，これらの重量および比重を測定して，内容積を算出した。殻重量は軟体部を除き，約1週間日陰で自然乾燥させた後に測定した。

軟体部の形態 むき身体積はあらかじめ一定量の水を入れたメスシリンダーにむき身を入れ，増加した水量をむき身体積とした。

生殖巣面積は，むき身の横断面を切り出し，横断面を内臓部とそれ以外に分け，これらの形を楕円形として面積を測定した。生殖巣比は（横断面積－内臓部面積）/ 横断面積とした。

産卵量 水温を約15分間で5℃上昇させることによって産卵誘発した。この産卵誘発を1回ないし2回行った後に，水槽内に放卵された卵量を計数した。

結果および考察

殻の形態　一般に二枚貝の形態を表わす指標として（殻高＋殻幅）/殻長の値が Index of shape として用いられている。これを用いて調査したマガキの形態を表わすと図1となる。

分布範囲は1.5から3.9であるが，1.5から3.3の範囲で正規分布に近い型を示し，標準偏差は0.35，平均値は2.37である。垂下養殖したマガキは，他のマガキなどが障害となって細長い深味型のものが多くなることが知られており[1)]調査したマガキもこれらの特徴を持ったものであった。

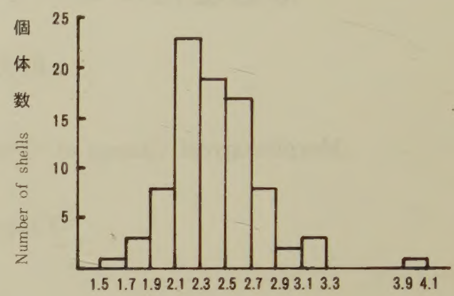


図1.　Index of Shape

Fig. 1. Histogram of the distributin of shape $\left(\frac{\text{height+width}}{\text{length}}\right)$ of shells of C. gigas in Hirosima bay

殻外容積と殻内容積，殻重量と殻外容積の関係を図2，3に示した。

殻外縁は薄く伸び易く，また壊れ易い。このため，図2，3の分散図に示されるとおり，殻外容積の大きいもので分散範囲から外れるものが3点ある。これらを除いたものから回帰直線を求めると殻内容積と殻外容積は V＝4.03v＋29.10（V：殻外容積，v：殻内容積）で表わされ，r＝0.81（r：相関係数）であった。

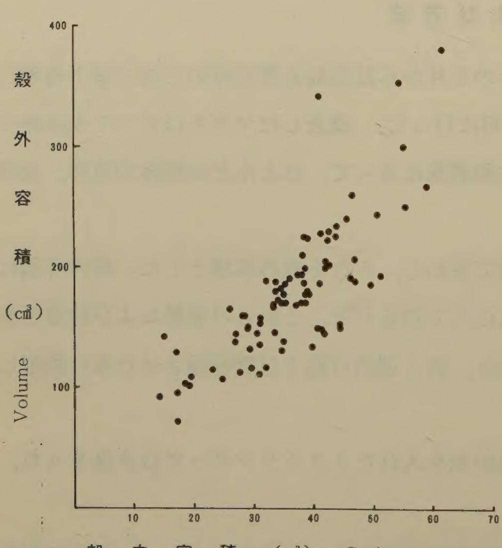


図2.　殻内容積と殻外容積の関係

Fig. 2. The relationship between the volume (height × width × length) and the cavity volume

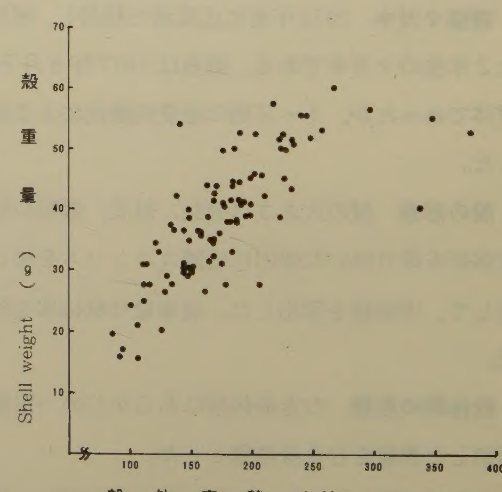


図3.　殻外容積と殻重量の関係

Fig. 3. The relationship between the shell weight and the volume

殻外容積と殻重量はW＝0.19V＋4.84（W：殻重量，V：殻外容積）の関係で示されr＝0.74であった。次に殻内容積と殻重量の関係を同様に分散を図4に示し，回帰直線，相関数を求めると，W＝0.92v＋5.08，r＝0.81となり最も相関関係が強い。

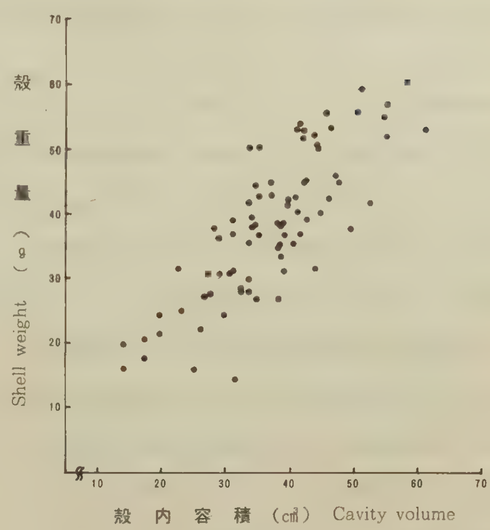


図4.　殻内容積と殻重量の関係

Fig. 4. The relationship between the shell weight and the cavity volume

放卵，放精による軟体部容積の変化　二枚貝の放卵は殻の動きと密接な関連がある。軟体部のみを取り出して，正常な放卵を行なわせることは不可能であり同一個体について放卵，放精前後の軟体部容積を観察することができない。このため，殻内容積を基準として，放卵，放精前後の軟体部体積の分散図を図5に示すとともに，軟体部容積／殻内容積の値のヒストグラムを示し，これらから，放卵，放精による変化量を推定した。

分散図から回帰直線を求めると放卵，放精前でVS＝0.60v－1.41，放精後でVS＝0.37v＋2.17となる（VS：軟体部体積）。殻内容積に対する軟体部体積の比率の変化は図6となる。

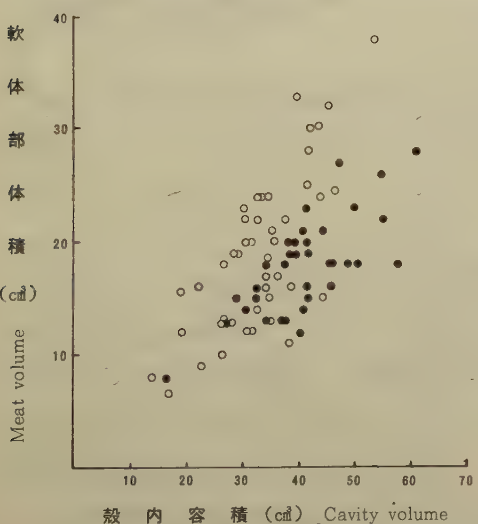


図5.　放卵，放精による軟体部の変化

● 放卵，放精後
○ 放卵，放精前

Fig. 5. Change of meat by spawning

● After spawning
○ Before spawning

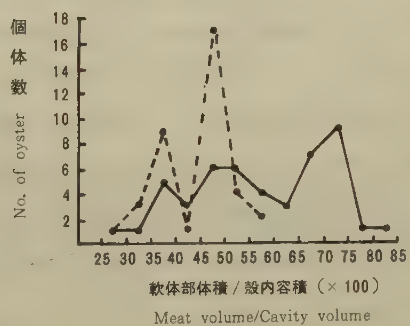


図6.　放卵，放精による軟体部の変化

●——● 放卵，放精前
●－－● 放卵，放精後

Fig. 6. Change of meat by spawning

●——● Before spawning
●－－● After spawning

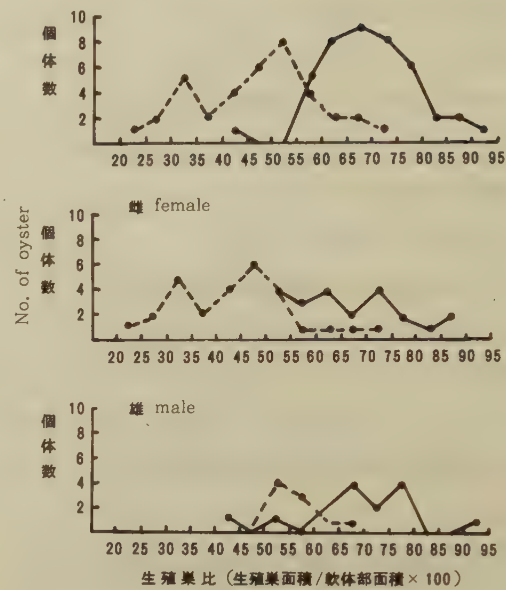
放卵，放精前では，これらの比率は 0.28 ～0.82 とバラツキが大きい。一方，放卵，放精後においては，これらの範囲は0.29～0.57と狭くなる。この放卵，放精前後のヒストグラムの中央値を求めると0.57 と0.45 であり，放卵，放精によって軟体部容積は平均21.1 %減少すると考えられる。

雌雄別に軟体部の変化を比較した結果では大きな差は見られなかったが，放卵，放精前後の殻内容積と軟体部容積の相関係数を求めると，雌は産卵前 r = 0.68，産卵後 r = 0.66，雄は放精前 r = 0.92，放精後 r = 0.80となり雄の方が若少バラツキが少ない。

生殖巣の変化　放卵，放精前後の生殖巣比（生殖巣の断面積/軟体部の断面積× 100）のヒストグラムを図7に示す。

調査マガキの生殖巣比の中央値は67であるが，放卵，放精によってこれらの値は49となり生殖巣比は18減少する。広島湾[2)]および宮城県[3)]のマガキの産卵盛期の生殖巣比は70～75であり，本調査時のものより生殖巣比が約10大きい。もし，天然においても放卵によって生殖巣比が49に減少し，生殖巣以外の容積の変化がないとするならば，放卵，放精によって生殖巣の断面積は放卵，放精前の35.9%，軟体部の断面積は53.8%まで減少すると推定される。

一方，雌雄別の生殖巣比の変化については，雌は放卵前後によって中央値が63から44に減じ，分布範囲は放卵前で50～85，放卵後で22～72となる。雄については，サンプル数が少ないが，放精によって中央値は68から53に分布範囲は放精前で42～92，放精後で50～71と



Rate of gonad (Cross section area of gonad/Cross section of meat × 100)

図7. 生殖巣の変化

●——● 放卵，放精前
●－－● 放卵，放精後

Fig. 7. Changes of gonad

●——● Before spawning
●－－● After of spawning

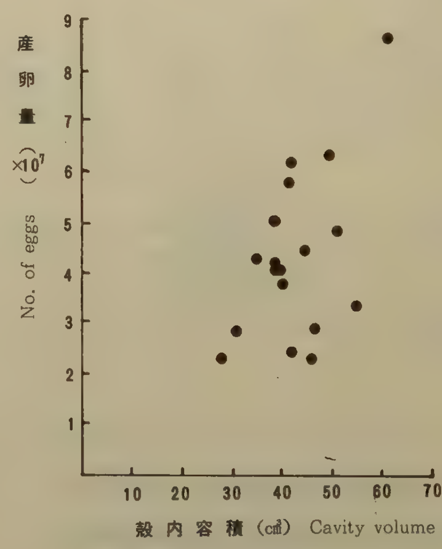


図8. 殻内容積と産卵量の関係

Fig. 8. The relationship between the number of eggs and the cavtiy volume

なる。このように，雌は放卵によって生殖巣比の範囲が雄と明らかに異なり，生殖巣比が50以下のものが多くなる。

産卵量　カキの大きさと産卵量については，カキの大きさを表わすものとしては殻内容積が最も適している。本調査においても，産卵量とは殻内容積が最も相関関係が強く，産卵量と殻内容積の相関係数 r は 0.42 であった。これらの分散を図 8 に示す。

この相関係数値は，5％の有意水準（自由度18 r＝0.44）を満さない。アメリカガキ *C. virginica* では r＝0.51（自由度41）でわずかに有意な結果が報告されており,[4] 広島湾のマガキにおいても産卵盛期でサンプル数が多くなると有意の結果がでると思われる。しかし，マガキは身入り度，グリコーゲン含量など個体差が大きく，産卵量と殻内容積との関係ではわずかに相関がみられる程度と考えられる。

要　　　約

1. 広島湾で養殖した 2 年生のマガキを産卵誘発し，放卵，放精にともなう形態変化を調査した。
2. Index of shape の値は平均 2.37，標準偏差は 0.35 であった。殻外容積，殻重量，殻内容積の間では殻内容積と殻重量の相関が最も強く r ＝ 0.81，W＝ 0.92 v＋ 5.08 で表わされる。
3. 放卵，放精によって軟体部容積は，放卵，放精前のものに比べ， 21.1 ％減少した。
4. 放卵，放精によって生殖巣比は67から49に減少した。
5. 雌は雄に比べ軟体部容積のバラツキが大きい。また，放卵にともなう生殖巣比の変化も大きい。
6. 産卵量は殻内容積と最も相関が強いが， r ＝ 0.42で 5 ％有意水準（ r ＝ 0.44 ）には達しなかった。

文　　　献

1） 新川英明：カキ殻の変異について．日本生態学会誌，Vo 1. 9，No 6，214－220，1959

2）小笠原義光．小林歌男．岡本　亮．古川　厚．久岡　実．野上和彦：カキ養殖における抑制種苗の使用とその生産的意義．内海区水産研究所報告，19号， 1962

3） 森　勝義．玉手英夫．今井丈夫．市川　収：松島湾におけるカキの大量斃死に関する研究．東北水産研究報告，25号，65－ 88

4） Davis, H.C. and Chanly, P.E. : Spawning and egg production of Oyster and Clams. Biol. Bull., 110, 117－128, 1956

カキの成育と餌料量との関係について

楠木　豊・木村知博
馬久地隆幸・橋本俊将

Growth of Oysters in Relation to Quantities of Food

Yutaka KUSUKI, Tomohiro KIMURA,
Takayuki MEKUCHI and Toshimasa HASHIMOTO

当場においては，これまでカキの成育調査は多く行われてきており，漁場環境との関連に調査の重点をおいた報告[1]もあるが，カキの成育と環境との関係を求めることは単純にはゆかないようである[2]。

懸濁物沪過摂餌二枚貝類の成育と環境との関係については多くの報告があり，餌料量との関連を求めたものが多い。二枚貝類の餌料要求量を求め，この結果から海水中には二枚貝類の成長に十分なだけの餌料量が海水中に存在するかどうかを検討したもの[3-5]，海水中の餌料量と二枚貝類の成育との関係を求めたもの[6-9]等があり，この中に花岡ら[10]，古川ら[11]の懸濁質係数の研究も入るであろう。また，海水中溶存酸素量の低下が二枚貝類の成長に及ぼす影響を指摘した報告[12,13]もある。これらの報告にみられるように，海水中の餌料量とカキ成育との間には，一般的傾向として，正の相関関係がみられるが，この両者の関係を，或る程度の相関をもって数式で示すことは困難である。

一方，広島県下のカキ養殖は密殖の状態にあるということが，かなり以前から指摘されてきた。漁業免許区域内のカキ筏台数を現在よりも少なくして，1台当たりの占有海面の拡大をはからなければならないと言われている。このとき，同時に，1台当たり占有海面をどの程度にすれば適正な養殖量と言えるのかという問題が生じてくる。この問題解決の一つの方法として，カキの成育とその環境，特に餌料量との関係が明確にされなければならない。今回のカキ調査結果をこのような視点から検討したところ，カキの成育量と海水中餌料量との間にある程度の関係が得られる知見を得たので，その結果を報告する。

方　　　法

調査は，広島県中部海域で4地点（三津湾内3地点，湾外1地点），広島県西部海域の広島湾北部で4地点，計8地点（図1）において，1977年4月から1978年3月まで行った。環境調査は8地点全部で実施したが，カキ成育調査は米島（St. 4）と五日市（St. 6）の2地点を除く6地点で行った。

環境調査は0，3，7mの水温，塩分，透明度，溶存酸素量，植物色素量を測定した。植物色素



図1. 調　　査　　点

Fig. 1. Location of stations

量の測定は，STRICKLAND and PARSONS の方法[14]により，クロロフィル a とフェオ色素とに分けて測定した。

植物色素量（クロロフィル a＋フェオ色素）の変化は大きいので，環境調査は，カキ成育調査を行う6地点で，原則として月2回実施することとした。しかし，月1回しか調査できないこともある。それで，中部海域では来島（St. 4），広島湾北部では五日市（St. 6）を調査点として加え，他の事業の調査でこれらの海域に行くときには，両地点で環境調査を実施した。この対照点の環境条件の変化と，両海域のカキ垂下調査地点の環境条件の変化とが同じ傾向を示すならば月1回しか調査できなかった場合のデータ不足を，この対照点から補うことができると考えた。

カキ成育調査に用いた種苗は，1976年の夏に採苗し，抑制されていたものを用いた。三津湾では，ムラサキイガイの付着が少ないので，早期にカキ種苗を筏に垂下するが，広島湾ではムラサキイガイの付着が少なくなる6月下旬から垂下が行われる。実際の養殖方法に従ったカキ成育調査を行うため，筏への垂下時期を，三津湾では1977年4月26日と早くし，広島湾では7月8日と遅くした。

カキ垂下連の作成は，3.5 m の針金（#14半綱線）に5枚のカキ種苗を通し，種苗の間には約20cmの長さのプラスチック管を通して，カキ種苗の間隔をとった。この2本をつないで1本の垂下連とした。この垂下連を，三津湾では直接筏から垂下した。したがって，筏に垂下したカキの上層は水面下約2～3 m，下層は6～7 mに垂下されている。広島湾では，フジツボ等の付着生物の付着を避ける目的で，9月下旬まで4.5 m の吊り手をつけて垂下（深吊り）した。したがって，この期間の垂下カキの上層は6.5 ～ 7.5 m，下層は10～11 mとなる。9月下旬に吊り手をと

り去って，垂下連は筏から直接吊り下げる。各調査点とも数連ずつ垂下し，2カ月毎に1本ずつ取上げて，殻の大きさ，生肉重量を測定した。

結　　果

調査結果は，まとめて付表に示した。

水温　1977年4月から1978年3月までの各調査点の水温変化をみると，中部海域と広島湾とでは異なった変化をしているが，それぞれの海域内の調査点間の水温変化は同じような傾向を示している。中部海域ではSt. 1，広島湾北部ではSt. 7が平均的な水温変化を示すので，この両調査点の水温の変化をみてみる（図2）。

中部海域にあるSt. 1の3 m層の水温は，4月下旬に13℃である。それから8月にかけて水温の上昇が続くが，6月に上昇速度は少しゆるやかとなる。8月下旬に最高水温の約26℃となる。9月から翌年1月までは，ほぼ一様に水温が低下し，2月に最低水温の10℃になる。水温鉛直分布をみると，水温上昇期には，各調査点とも，0 m層の水温は3 m層の水温より1.5～2℃高いが，7 m層の水温は3 m層の水温とほとんど差がない。

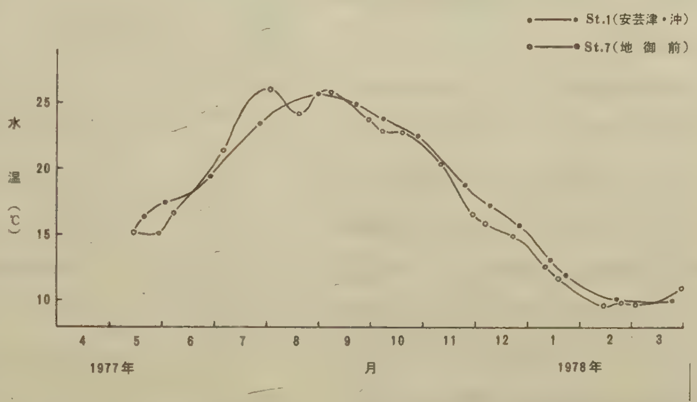


図2.　水温の季節的変化（3 m層）。●，St. 1（安芸津・沖）；○，St. 7（地御前）.

Fig. 2. Seasonal variations in water temperature at the depth of three meters. ●, St. 1; ○, St. 7.

広島湾北部のSt. 7の3 m層水温は，5月中約15℃である。その後8月上旬にかけて水温の上昇が続くが，8月中旬は水温が一時低くなり，9月上旬には再び上昇する。最高水温は約26℃である。9月から翌年2月までは水温が低下してゆき，最低水温は約9℃である。水温の鉛直分布をみると，各調査点とも水温上昇期には，0 m層水温は3 m層水温より約1.5～2℃高く，7 m層水温は3 m層水温より約1.5～2℃低い。水温下降期には，0 mから7 mまで，ほとんど水温差はみられなくなる。

広島湾北部における水温の季節的変化は，県中部海域のそれよりも変動が大きい。広島湾北部は，南側を島で囲まれて水の出入口が狭く，ここの海水の交換率が低いために，その水温の変動は，中部海域よりも気温の影響を大きく受ける。8月中旬における広島湾北部の水温の低下は，気温が8月中旬に低目であった[15]ことによるものである。

塩素量　三津湾に流入する大きな河川は無いので，塩素量は，4月下旬の表面で少し低い値が

みられるが，その他の季節はすべて17‰以上であり，2月には18‰に達する。また，0mと7mとの塩素量の差も少ない。

広島湾北部では，太田川が流入しているので，5～7月の梅雨期には表面で塩素量が低下し，15‰以下のことが多い。特にSt. 6, 7での低下が著しい。7m層の塩素量も低下するが，約16～17‰の範囲にある。9月以降は，0mと7mとの塩素量の差も少なくなり，10月からは各層とも17‰以上の値となる。

溶存酸素量 中部海域では，年間を通じて約4.5～6.0 mℓ/ℓの値を示し，0m層と7m層との値の差もあまりない。ただ6～8月では，7m層の溶存酸素量が0m層のそれより約1mℓ/ℓ低い値を示す所がみられる。

広島湾北部では，0mで約4.5mℓ/ℓ以上の値を示し，特に夏期のSt.6, 7では高い値となり，10mℓ/ℓにも達することがある。7m層の溶存酸素量は，夏期に低い値を示し，最低値はSt. 7（8月）の3.35mℓ/ℓと，St. 6（9月）の2.54mℓ/ℓとであり，下層の溶存酸素量の低下が著しい。

透明度 県中部海域のうち，三津湾内（St. 1～3）と来島（St. 4）との透明度は，4～7mの範囲に大部分が入っている。しかし，4，5月はSt. 4が約9mと高く，St. 2, 3は4月が約3mと低い値であった。また翌年の2～3月は，各調査点とも透明度が急速に高い値を示すようになり，9～10mとなっている。St.4は，三津湾内の調査点に比べて，10月までは一般的に高い値を示しているが，その後はむしろ低い値となっている。

広島湾北部では，St.5が大体4～6mの範囲にあり，変化が少ない。St.6, 7は，9月まで約2～3mと

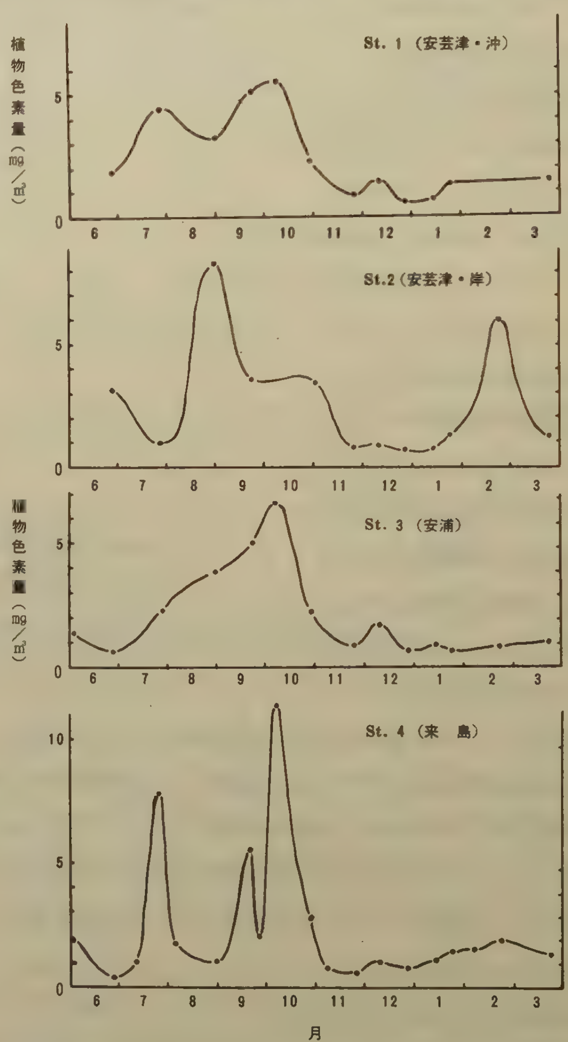


図3. 広島県中部海域における植物色素量の季節的変化（3m層）

Fig. 3. Seasonal variations in plant pigment at the depth of three meters at the central sea area in Hiroshima Prefecture.

特に低い値を示しているが，10月以後は回復して５～６ｍとなり，翌年の２～３月には約６ｍとなっている。St. 8は，５月は約４ｍと低い値であるが，徐々に透明度は高くなり，８月から翌年３月までは一番高い透明度となっている。また，St. 8は，広島湾北部と県中部海域の全調査点を通してみても，透明度が高いことが多く，特に８月～翌年２月は一番高い値となっている。このように，広島湾北部の透明度は，中部海域の値に比べて低い傾向にあるのに対して，St. 8だけは高い値で，しかも中部海域の値より高く，広島湾北部海域とはいっても，特異な海況の水域であることを示している。

植物色素量　県中部海域の三津湾内（St. 1～3）及び来島（St. 4）における植物色素量の季節的変化は大きい（図３）。各調査点における３ｍ層の植物色素量と７ｍの植物色素量とは大体同じような値を示し，季節的変化もあまり変わらない。この海域の一般的傾向としては，５月から植物色素量は次第に増加し，９～10月に最も高い値を示す。11月以後は急に少なくなり，１～２mg/m³と比較的一定の値になる。しかし，St. 2の２月には，３ｍ，７ｍともに５～６mg/m³と著しく高い値になっている。０ｍ層の植物色素量も，３ｍ層と大体同じような値であり，季節的変化も同じような傾向を示している。当海域の植物色素量は，年間を通して10mg/m³以下の値であるが，St. 4の10月の０ｍ層だけは15.4mg/m³という高い値になっている。調査点毎の植物色素量の変化傾向は大きく異なっているので，当初計画していたように，St. 1～3の観測回数の不足を，St. 4における植物色素量の季節的変化傾向から補足しようという試みは実行できなかった。

広島湾北部においても，植物色素量の季節的変化は大きい。各調査点の３ｍ層と７ｍ層との植物色素量及び季節的変化は，大体同じである（図４）。この海域の植物色素量の季節的変化は大きく分けて２つに類別される。１つはSt. 5とSt. 8で，植物色素量も少なく，変化も小さい。一方，St. 6とSt. 7では，８～９月に植物色素量が極めて高い値となっている。各調査点の０

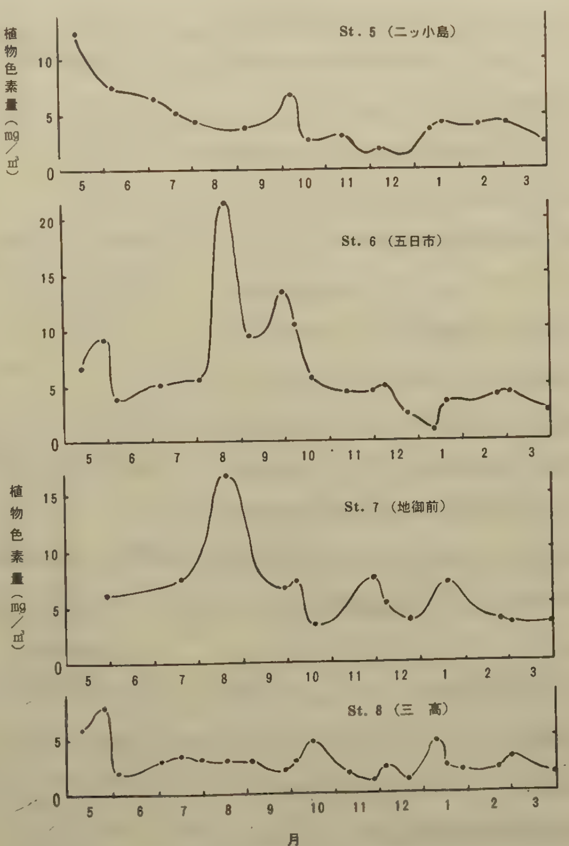


図４.　広島湾における植物色素量の季節的変化（３ｍ層）

Fig. 4. Seasonal variations in plant pigment at the depth of three meters in Hiroshima Bay.

m層における植物色素量の変化は，３ｍ層の植物色素量の変化とよく似た傾向を示している。しかし，５～９月における０ｍ層の植物色素量は，３ｍ層のそれより５～10㎎/㎥も多い。

県中部海域と広島湾北部との植物色素量を比べると，広島湾北部の方が高い値を示す。St.5，8は，県中部海域の値より少し高い程度であるが，St.6，7は全般的に高い値を示しており，最高はSt.6の８月における41.3㎎/㎥であり，赤潮状態にあったことを示している。そして，St.6，7では，夏季の０ｍ層は15～20㎎/㎥という高い値が続いている。

生肉重量　三津湾内３点（St.１～３）におけるカキ１個当たり平均生肉重量の増加は，いずれもよく似た傾向を示している（図５）。７月上旬の平均生肉重量は約１ｇである。８月は成長が良好で，８月下旬には2.5～4.0ｇになる。９～11月は生肉重量の増加が少し低くなり，11月末で4.5～6.0ｇとなる。その後再び生肉重量の伸びが良くなり，２月末で７～10ｇに達する。同一調査点では，下層より上層のカキの生肉重量が常に大きい。

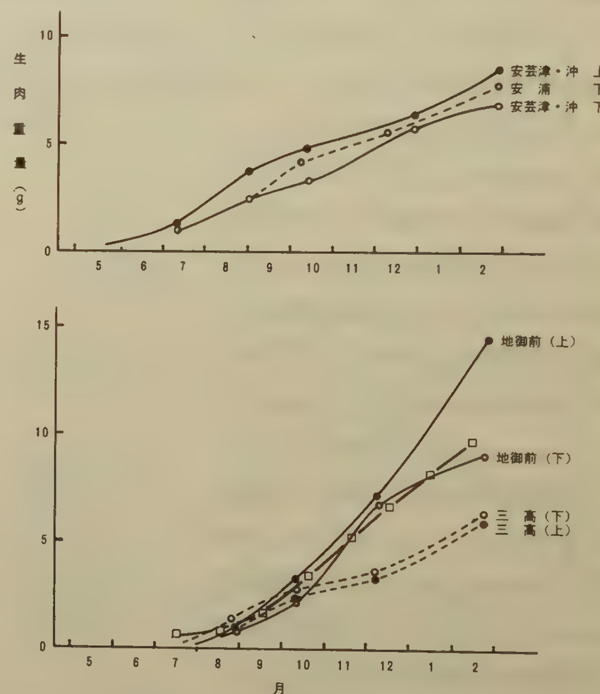


図５.　カキ生肉の成長．上段；━●━ St.1（安芸津・沖）上層；━○━ St.1 下層；--○-- St.3（安浦）下層．下段；━●━ St.7（地御前）上層，━○━ St.7 下層．--●--St.8（三高）上層；--○-- St.8 下層．━□━ は広島湾における標準成長曲線。

Fig. 5. Growth of oyster meat. Oysters were hanged at two water depths, upper and lower, at each station. Upper；━●━，St.1 (upper)；━○━，St.1(lower)；--○--，St.3(lower)．Lower；━●━，St.7(upper)；━○━，St.7(lower)；--●--，St. 8 (upper)；--○--，St.8(lower)．━□━，Standard growth curve of oyster meat in Hiroshima Bay.

広島湾北部では，カキの垂下時期が三津湾より遅いので，８月下旬で平均生肉重量は約１ｇと小さい。三高（St.８）のカキの平均生肉重量の増加は，三津湾内の生肉重量の成長曲線とよく似た傾向を示し（図５），10・11月は生肉重量の増加は低くなり，その後は高くなる。そして，常に三津湾内のカキの成長と平行した成長を示しているため，三津湾内のカキより小さく，２月末で6.0～6.5ｇにしかならない。

地御前（St.７）では，カキの成育が良く，特に上層では直線的な生肉重量の増加を示し，２月末には約15ｇに達する。地御前の下層のカキは，12月以後成育が悪くなり，２月下旬で平均生肉重量は約

9 gになる。ここでも，上層のカキの方が，下層のカキの成長より良好である。

カキ殻（殻高）の成長　三津湾内のカキ殻高の成長は，調査点によっても，上・下層によっても大差ないので，安芸津（沖）（St. 1）の上層の殻高を例として図6に示した。これに地御前（St. 7）の上層と三高（St. 8）上層の殻高の成長も同図に示した。

St.1の上層のカキ殻高は，9～10月に伸びがにぶる。この低下は，生肉重量の増加が9～10月に低下するのと一致している。7月初め，殻高3.5 cmのものが，2月末には8.3 cmになる。

地御前では，9月初め殻高3.7 cmであり，その後ほぼ直線的に伸び，2月末には約8 cmになる。地御前のカキ生肉重量の増加は大きく，三津湾内の生肉重量よりかなり重くなるのに対して，殻高はそれほど伸びず2月末でもSt.1より僅かではあるが小さい。

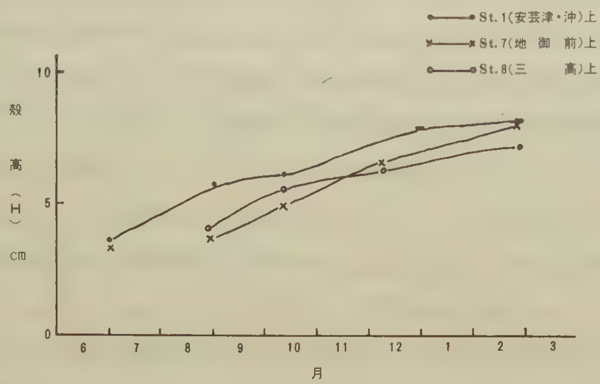


図 6.　殻高の成長，●，St.1（安芸津・沖）上層；×，St.7（地御前）上層；○，St.8（三高）上層。

Fig. 6. Growth of shell height, ●, St. 1 (upper); ×, St. 7 (upper); ○, St. 8 (upper).

三高のカキ殻高は，10月までは地御前のカキより大きいが，11・12月に伸びがにぶって地御前のカキより小さくなってしまい，一番小さなカキとなる。

考　　察

カキは異常な環境－例えば極めて低い塩分，溶存酸素量の少ない所，または赤潮など－のもとに置かれるとか，付着生物が多数付着するなどの場合に，その成育は阻害され，さらにへい死することもある。このような異状な状態を除くと，カキ成育は，その餌料量によって影響されるところが大きいと考えられる。カキ成育でも，殻の成長と生肉重量の増加とは必ずしも一致しない。今回は生肉重量の増加ということに調査の重点を置いているので，餌料量との関係は，殻の成長についての場合よりも，より関係が深いと考えられる。

ところで，カキの餌料とは何であるかということが，まず問題となる。多くの研究者によって懸濁物沪過摂餌生物の餌料としては溶存有機物，細菌，微小プランクトン，デトライタス等が検討されている[4]。細菌の餌料価値は，カキにとっては否定的であり，植物プランクトン，デトライタスが主な餌料になっていると考えられる。しかし，植物プランクトンについても，種類によって餌料価値が異なっており[16]，カキにとっての主な餌料価値のあるものは何であるかということは，まだ明確であるとは言えないようである[17]。我国における調査例からみると，今井ら[7]は気仙沼湾において，懸濁物の残量とカキ成育との間に正の相関関係があることを報告しており，

関[8]はアコヤガイについて，その餌料量はクロロフィルaによって指標化されることを述べている。また，筆者の１人楠木[9]は，９～12月におけるカキ生肉重量の増加量（g/月）とクロロフィルa量（ここにいうクロロフィルa量とはフェオフィチンも含み，本報告でいう植物色素量にあたる）との間に正の相関関係がみられるが，12月～翌年１月の期間では，両者の間に明確な関係が認められないと報告している。富士[18]は，サロマ湖におけるホタテガイの収容量の算出に，懸濁態有機炭素量を用いている。このように，懸濁物沪過摂餌二枚貝の餌料としては懸濁物量，懸濁態有機物量（または有機炭素・有機窒素量），植物色素量等が取り上げられてきた。ところで懸濁物量と懸濁態有機窒素量との関係は，海域によっても，また季節的にも大きな変化を示す[9]ので，カキへの栄養供給という点からみると，懸濁物量よりは懸濁態有機物量（または有機窒素・有機炭素量）が，カキの餌料としてはより適切であると考えられる。一方，懸濁態有機窒素量と植物色素量との間には，三津湾及び広島湾周辺海域の側定では

$$y = 99.6x - 1.33 \qquad (1)$$

という関係が得られている[9]。ここにyは植物色素量（mg/m³），xは懸濁態有機窒素量（mg/ℓ）である。そして，この相関係数は0.82という高い正の相関関係が得られている。また，マガキは微細な植物プランクトンを選択的に摂取することが認められており[19]，さらに，多数のサンプルの測定が容易であること等の理由から，植物色素量をもってカキの餌料量の指標とすることとした。この場合，ワットマンGF/Cで海水を沪過し，沪紙上に残った懸濁物が，カキのえらで捕捉され，摂餌される懸濁物であるとして扱った[20]。

ここで，まず，生肉重量の増加量（以後「増肉量」と呼ぶことにする）と植物色素量との関係をみてみる。カキの取上げ調査毎の平均生肉重量の値から，前回測定時の平均生肉重量の値を差引いて，この調査期間内の生肉重量の増加量，すなわち増肉量を出し，これをその調査期間（月単位）で割って，１カ月当たりの増肉量を出した。この調査期間内に数回の植物色素量（クロロフィルa＋フェオフィチン）を測定しているので，これを平均し，この期間内の平均植物色素量とした。この場合，三津湾内の試験用カキは，上層は２～３ｍ，下層は６～７ｍに垂下されているので，それぞれ３ｍ，７ｍの植物色素量を用いた。広島湾内の試験用カキは，夏季の間は深吊りし，秋になってから引上げるので，上層のカキは９月末までは７ｍ，10月以後は３ｍの植物色素量を用いた。下層のカキは，深吊りされているとき10～11ｍの深さに垂下されているが，この深さの植物色素量は測定していないので，下層のカキについては検討しなかった。

ここに得られた１カ月当たり増

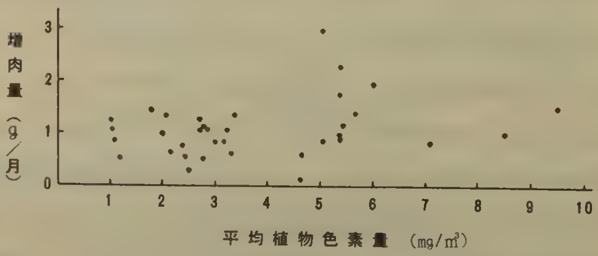


図7. 増肉量（g/月）と植物色素量との関係

Fig. 7. Increments of oyster meat (g/month) in relation to plant pigments.

肉量と，その増肉期間の平均植物色素量との関係をみると，図7に示したように，両者の間には相関関係が認められず，あたかも植物色素量，すなわち餌料量とカキ成育量との間には関係が無いように見受けられる。

ところで，カキにとっての餌料量というのは，海水中に存在しているカキの餌料量のことではなく，カキがえらで捕捉し，摂食して初めてカキの餌料となるわけである。したがって，海水中に存在するカキの餌料量とカキの沪過水量との積が，そのカキにとっての餌料量ということができる。ここでいう沪過水量は，えらを通過する水量という意味ではなく，えらで捕捉される懸濁物量を意味するから，間接法沪過水量のことである。2年生カキの生肉1g当たり間接法沪過水量は，次式で求められる[21]。

$$\text{間接法沪過水量}（\ell/\text{h}/\text{生肉}1\,\text{g}）= 0.066\,t - 0.308 \qquad (2)$$

ここに，t は水温（℃）である。したがって，カキが垂下されている水深の水温と，そのときの生肉重量がわかれば，カキ1個当たり間接法沪過水量が求められる。この間接法沪過水量に，カキ垂下水深の植物色素量を掛けることによって，えらで捕捉される餌料量が，植物色素量によって指標化されて求められることになる。

えらで捕捉される有機物を，有機窒素量でみた場合，まずぎふんとして排出される。摂餌された有機窒素は，生肉の増加に使われるほか，殻の中にも蓄積され，またふん，尿として排出される。これらの量を測定し，図5に示した広島湾におけるカキ生肉重量の標準成長曲線に従って成長すると仮定したカキについて，それぞれの値を月別に計算して出したのが表1である[22]。この値から，えらで捕捉された有機窒素量のうち，生肉増加に向けられる有機窒素量の割合を求め，これを餌料効率と呼ぶことにする。餌料効率は，9月の8.4％が最も低く，その後率は次第に高

表1.　かきにおける餌料効率の月別変化

Table 1.　Monthly changes in the feeding efficiency of oysters

	有機窒素の摂取量（mg N/かき/日） Particulate organic nitrogen retained by the gill of oysters (mg N/oyster/day)						餌料効率（％） Feeding efficiency(%)
月 Month	生肉 Meat	殻 Shell	尿 Urine	糞 Feces	擬糞 Pseudofeces	計 Sum	（生肉/計　Meat/Sum）
7	0.32	0.10	0.32	0.36	0.19	1.29	24.8
8	0.31	0.14	0.44	1.07	0.48	2.44	12.7
9	0.40	0.19	0.61	2.55	1.03	4.78	8.4
10	0.89	0.17	1.02	2.61	0.89	5.58	15.9
11	0.85	0.19	1.06	1.16	0.34	3.60	23.6
12	0.53	0.24	0.81	0.72	0.25	2.55	20.8
1	0.52	0.17	0.51	0.59	0.23	2.02	25.7
2	0.84	0.16	0.52	0.50	0.17	2.19	38.4
3	1.21	0.11	0.95	0.53	0.15	2.95	41.0
4	1.45	0.09	2.14	0.56	0.18	4.42	32.8

くなり，３月には最高の41.0％になる。このように，餌料効率の季節的変化は大きい。

以上の論議から，生肉重量の増加と餌料量との関係について考える場合，餌料量としては海水中に存在する植物色素量だけでは有効でなく，間接法沪過水量と餌料効率とを考慮する必要があることがわかる。したがって，海水中に存在する餌料量のうちカキの生肉増加に向けられる量は次式で指数的に算出される値となり，これを色素指数と呼ぶことにする。

色素指数＝植物色素量（mg/m³）×間接法沪過水量（ℓ/h/カキ）×餌料効率　　(3)

この色素指数と増肉量との間に相関関係が得られれば，餌料量（植物色素量）から増肉量を推定することができることになる。

まず，地御前（St. 7）の上層のカキについて，このことを試算してみよう。餌料効率は月別に求められているのでそれぞれの値も月別に算出することにした。すでに述べたように，地御前のカキは夏季深吊りしてあるので，水温，植物色素量の測定値は，９月までは７m層，10月以後は３m層の値を用いた。水温は，図２から各月の平均水温を求めた。植物色素量は図４から求めるが値の変化の幅が大きくて，図から直接に月別の平均値を読みとることは困難である。それで，この図をコピーし，月毎に切り取り，重量を化学天秤で測定して平均植物色素量を出した。生肉重量は，図５から，各月毎の平均生肉重量を求めた。餌料効率は，表１の値を用いた。これらの値を用いて，(3)式で色素指数を月別に求め，増肉量との関係を図示すると，図８に示したように，ほぼ直線関係が得られる。このことから，色素指数で増肉量を算出できることがわかった。それで，各調査点についても，同様にして色素指数を算出し，増肉量との関係をみたが，図８のようなきれいな直線関係は得られなかった。全調査点の色素指数と増肉量

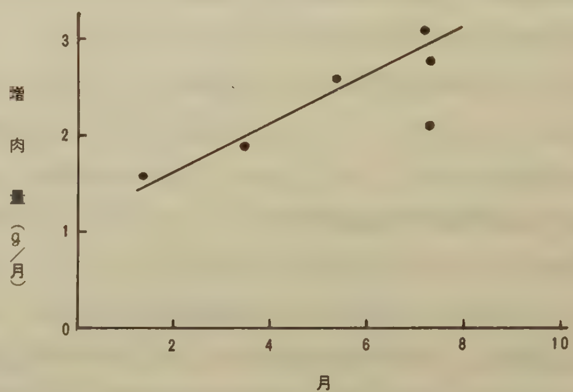


図 8.　St. 7（地御前）上層のカキの増肉量と色素指数との関係

Fig. 8. Increments of oyster meat (g/month) at St. 7 (upper) in relation to plant pigment indices.

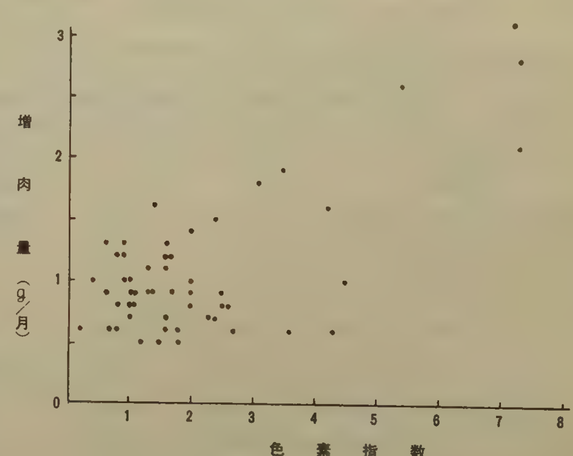


図 9.　増肉量（g/月）と色素指数との関係

Fig. 9. Increments of oyster meat (g/month) in relation to plant pigment indices.

との関係をまとめてみると（図９），かなりのばらつきはあるが，色素指数と増肉量との間には正の相関関係の存在を認めることができる。

餌料効率は，広島湾の生肉重量標準成長曲線をもとにして算出してあるので，この標準成長曲線とよく似た成長を示した地御前上層のカキについては，図８のように，色素指数と増肉量との間に，ほぼ直線関係が得られる。これに対して，三津湾内ではカキの成育が悪く，植物色素量も少ないので，三津湾内でのカキの餌料効率は，広島湾の調査で得られた表１の値とは異なった値であると考えられる。そのために，表１の値から計算した色素指数では，ばらつきが大きくなっているものと考えられる。特に10月は，三津湾内のカキの成育が低下するので，餌料効率は低い値になっていると考えられる。図９において，色素指数3.5～4.5，増肉量0.5～1.0ｇ/月の範囲にある３点は，いずれも三津湾内のカキで，10月の値である。この３点が，他の同じような増肉量のものに比べて色素指数が高く，餌料効率の値が実際の値より高かったことを示している。

以上のことから，単に海水中に存在するカキ餌料量だけでは増肉量を推定することはできないが，色素指数を用いることによって増肉量を推定できることが明らかになった。ただ色素指数の算定に用いる餌料効率の値は，植物色素量の少ない水域での値を求める必要があるようである。

要　　約

１）カキの成育と餌料量との関係を求める目的で，1977年４月から1978年２月まで，広島県中部海域の三津湾と，西部海域の広島湾北部とのカキ養殖漁場で調査を行った。

２）各調査点にカキ試験連を垂下し，約２カ月に１回取上げて平均生肉重量を測定した。これから，１カ月当たり生肉重量の増加を月別に算出し，これを増肉量（ｇ/月）とした。

３）餌料量としては，懸濁態有機窒素量と正の相関関係（r＝0.82）がみられる植物色素量（クロロフィル*a*＋フェオ色素）を用いることとした。植物色素量は変化が大きいが，一般的には夏季に高く，10～11月から急に低い値になる。三津湾内は５㎎/㎥以下であるが，広島湾北部では15㎎/㎥に達し，年間を通じて三津湾内より高い値であった。

４）生肉重量測定毎の増肉量と，その期間の平均植物色素量との間には，相関関係は全く認められなかった。

５）植物色素量も，海水中に存在するだけではカキへの餌料とはならない。植物色素量と間接法沪過水量との積によって，カキえらでの捕捉量を求めた。

６）えらで捕捉される懸濁態有機窒素量のうち生肉の増加に向けられる割合を求めて，これを餌料効率と呼ぶことにする。

７）海水中に存在する餌料量（植物色素量）のうち，生肉の増加に向けられる量を，次式で指数的に求め，これを色素指数と名付ける。

色素指数＝植物色素量（㎎/㎥）×間接法沪過水量（ℓ/h/カキ）×餌料効率

８）色素指数と増肉量との間には，正の相関関係が認められた。

文　　献

1）広島県水産試験場：広島湾のカキ養殖場におけるカキの成長とその環境．広島水試報，22(1)，57－76，1961.

2）海江田祐朋・大野　誠・牧野　弘・横川峰行・小橋二夫・出口吉昭：田ノ浦湾におけるマガキの養殖について．日大農獣医学部研報，34，284－290，1977.

3）JØRGENSEN. C.B：On the relation between water transport and food requirements in some marine filter-feeding invertebrates. Biol. Bull., 103, 356－363, 1952.

4）JØRGENSEN.C.B：Biology of Suspension Feeding. 242－294, Pergamon Press, London & New York, 1966. 35.

5）WIDDOWS. J., FIETH. P, AND WORRALL.C.M.：Relationships between seston, available food and feeding activity in the common mussel *Mytilus edulis*. Mar. Biol., 50, 195－207, 1979.

6）COE. W. R.：Nutrition environmental conditions, and growth of marine bivalve mollusks. J. mar. res., 7, 586－617, 1948.

7）今井丈夫・伊藤　進・中村　捷・小野寺弘・気仙沼湾カキ養殖場の生態学的研究－環境条件とカキの生産性－．39頁，気仙沼湾開発研究会，1957.

8）関　政夫：養殖環境におけるアコヤガイ，Pinctada fucata の成長および真珠品質に影響を及ぼす自然要因に関する研究．三重水試研報，1, 32－149, 1972.

9）楠木　豊：マガキの成育とクロロフィル*a*量との関係．広水試研報，9, 28－36，1977.

10）花岡　資・古川　厚・野上和彦　海水中の懸濁質に関する研究Ⅰ．懸濁質係数（suspension factor）とその意義．日水誌，22，213－219, 1956.

11）古川　厚・野上和彦・久岡　実・小笠原義光・岡本　亮・小林歌男：海中懸濁質並びに主としてその点から見た貝類養殖場の特性に関する研究．内水研報告，№14, 1961.

12）木村知博：広島湾北部水域における養殖カキの生育と貧酸素水域の出現の関係について．水産増殖，22，27－33，1975.

13）伊藤克彦：アコヤガイの代謝，成長量からみた養殖深度の特徴．国立真珠研報，22, 2337－2362，1978.

14）STRICKLAND, J. D. H. AND PARSONS, T. R.：A Practical Handbook of Seawater Analysis. Bull. Fish. Res. Bd. Canada, 167, 193－194, 1968.

15）広島気象台：広島県気象月報（昭和52年4月～昭和53年3月）.

16）DAVIS, H, C, AND GUILLARD, R. R.：Relative value of ten genera of micro-organisms as foods for oyster and clam larvae. U.S. Fish Wildl. Serv, Fish, Bull, 136(58), 293－304，1958.

17) Loosanoff, V. L. : Research requirements for development of molluscan farming in the United States. in "Progress in Fishing on Food Science." Univ. Washington. Publications in Fisheries, New Series, Vo 1. 5, 165－179, 1972.

18) 富士　昭：ホタテガイ養殖からみた沿岸海域の環境収容力．沿岸海洋研究ノート，17(1), 44－49, 1979.

19) 楠木　豊：カキ養殖漁場における漁場老化に関する基礎的研究－Ⅱ．マガキ排せつ物の有機物含量．日水誌，43, 167－171, 1977.

20) 楠木　豊：マガキえらによる懸濁微小粒子の捕捉．日水誌，43, 1391－1396, 1977.

21) 楠木　豊：マガキ排せつ物量と懸濁物捕捉量との関係．日水誌，44, 1183－1185, 1978.

22) 広島水産研究会：広島市の水産振興に関する調査分析報告書，140－141, 1978.

付表 1. 水温（℃）
Appendix-Table 1. Water temperature（℃）

1） 県中部海域
Central region of Hiroshima Pref.

調査点 St.	調査月日 Date / 水層 Depth(m)	1977 4.26	5.10	5.20	6.2	6.27	7.11	7.26	8.5	8.31
1. 安芸津（沖） Akitsu (off shore)	0	13.9	—	18.4	18.0	20.5	—	24.8	—	26.0
	3	12.6	—	16.4	17.7	19.5	—	23.5	—	25.8
	7	12.4	—	16.4	17.6	19.2	—	23.4	—	25.8
2. 安芸津（岸） Akitsu (near shore)	0	15.5	—	19.1	19.8	22.8	—	26.6	—	26.7
	3	13.4	—	17.5	17.9	19.9	—	24.0	—	26.1
	7	12.8	—	16.0	17.5	19.6	—	23.8	—	25.8
3. 安浦 Yasuura	0	15.1	—	17.8	18.1	22.2	—	26.2	—	27.2
	3	12.8	—	17.3	17.4	19.1	—	24.2	—	25.9
	7	12.3	—	15.8	17.2	19.1	—	23.8	—	25.5
4. 来島 Kurushima	0	12.3	13.7	16.4	17.0	18.8	21.8	25.8	25.0	25.6
	3	12.2	13.8	15.6	16.8	18.7	21.6	22.9	23.9	25.6
	7	12.3	13.9	15.4	16.8	18.6	21.4	22.8	23.7	25.4

2） 広島湾
Hiroshima Bay

調査点 St.	調査月日 Date / 水層 Depth(m)	1977 5.12	5.27	6.6	7.5	7.18	8.2	8.19	9.6	9.29
5. 二ツ小島 Futatsukojima	0	17.6	—	18.8	23.8	25.3	27.5	—	26.2	—
	3	15.5	—	17.2	22.2	24.8	25.2	—	25.5	—
	7	13.7	—	15.2	20.5	22.4	24.2	—	25.2	—
6. 五日市 Itsukaichi	0	18.4	16.8	19.2	23.0	—	27.5	24.5	26.7	23.7
	3	15.3	15.1	16.6	21.4	—	26.2	24.2	26.0	23.8
	7	13.3	13.8	15.0	20.2	—	25.0	23.8	25.2	23.8
7. 地御前 Jigozen	0	—	17.8	—	—	26.2	—	25.6	—	23.5
	3	—	15.0	—	—	25.3	—	24.8	—	23.6
	7	—	13.4	—	—	23.2	—	23.8	—	23.8
8. 三高 Mitaka	0	16.8	16.4	18.0	22.1	24.7	26.2	24.6	26.0	23.7
	3	15.4	15.1	16.2	20.6	24.0	24.3	23.7	25.2	23.8
	7	13.6	14.8	15.4	20.0	23.0	24.2	23.4	25.0	23.7

9.22	9.26	10.7	10.28	11.7	11.24	12.9	12.26	1978 1.13	1.23	2.6	2.22	3.23
25.0	—	24.0	22.5	—	18.9	17.2	15.7	13.1	12.0	—	10.2	10.2
25.0	—	24.0	22.6	—	18.9	17.3	15.8	13.1	12.0	—	10.2	10.2
24.8	—	24.0	22.6	—	18.9	17.3	15.6	13.1	12.0	—	9.8	10.1
25.0	—	24.0	22.5	—	18.2	16.4	14.1	12.2	10.3	—	9.0	10.2
25.0	—	23.8	22.5	—	18.0	16.4	14.0	12.1	10.3	—	9.0	10.2
24.8	—	23.8	22.5	—	17.5	16.2	14.2	12.2	10.3	—	9.1	10.1
25.0	—	23.7	22.5	—	18.5	17.2	15.0	13.2	11.8	—	10.0	10.3
24.8	—	23.7	22.5	—	18.5	17.0	15.5	13.0	11.8	—	10.0	10.2
24.6	—	23.7	22.5	—	18.5	16.8	15.0	13.0	11.6	—	9.8	10.2
25.0	25.1	24.0	22.5	22.2	19.6	17.4	16.2	13.5	12.4	10.8	10.0	10.2
24.9	24.8	24.0	22.5	22.2	19.6	17.6	16.2	13.5	12.4	10.8	10.2	10.2
24.7	24.7	24.0	22.6	22.2	19.6	17.6	16.0	13.5	12.4	11.0	10.2	10.3

10.6	10.18	11.11	11.29	12.6	12.22	1978 1.11	1.18	2.14	2.24	3.2	3.29
24.2	23.0	20.8	18.0	16.6	15.2	13.0	12.4	10.4	9.4	9.5	11.2
24.2	22.9	20.8	17.8	16.6	15.2	13.0	12.5	10.4	9.5	9.5	11.0
24.0	22.8	20.7	17.8	16.6	15.2	12.8	12.1	10.4	9.8	9.5	10.9
23.2	—	20.6	16.6	16.0	15.0	12.5	10.6	9.7	9.5	9.6	11.1
23.0	22.8	20.6	16.6	16.0	15.0	12.7	11.8	9.7	10.0	9.8	11.0
23.4	22.8	20.7	16.6	15.8	15.0	12.8	12.4	10.4	10.0	9.8	10.9
23.4	22.8	—	16.5	15.1	14.6	—	10.5	—	10.0	9.2	11.8
23.2	22.8	—	16.6	15.2	14.5	—	11.5	—	10.0	9.2	11.4
23.2	22.7	—	16.6	15.4	14.5	—	11.7	—	10.0	9.4	11.2
23.6	23.0	20.9	17.8	17.1	15.5	12.7	12.9	10.2	9.9	10.2	11.4
23.5	22.9	20.9	17.8	17.0	15.5	13.0	13.0	10.2	10.0	10.0	11.2
23.4	22.8	20.9	17.8	16.6	15.5	13.0	13.0	10.2	10.0	10.2	11.2

付表 2.　　塩素量（‰）
Appendix-Table 2.　　Chlorinity（‰）

1）県中部水域
Central region of Hiroshima Pref.

調査点 St.	水層 Depth (m) ＼ 調査月日 Date	1977 4.26	5.10	5.20	6.2	6.27	7.11	7.26	8.5	8.31
1. 安芸津（沖） Akitsu (off shore)	0	16.4	—	17.5	17.5	17.5	—	17.3	—	17.4
	3	17.5	—	17.6	17.5	17.5	—	17.4	—	17.5
	7	17.4	—	17.6	17.6	17.6	—	17.4	—	17.5
2. 安芸津（岸） Akitsu (near shore)	0	13.9	—	17.5	17.4	17.2	—	17.3	—	17.4
	3	17.1	—	17.5	17.5	17.5	—	17.3	—	17.4
	7	17.7	—	17.6	17.6	17.5	—	17.4	—	17.5
3. 安浦 Yasuura	0	11.9	—	17.4	17.4	16.4	—	17.3	—	17.3
	3	17.2	—	17.5	17.6	17.5	—	17.3	—	17.4
	7	17.3	—	17.5	17.6	17.6	—	17.4	—	17.5
4. 来島 Kurushima	0	17.8	17.7	17.6	17.6	17.5	17.6	17.3	17.4	17.5
	3	17.7	17.8	17.7	17.6	17.7	17.6	17.4	17.5	17.5
	7	17.9	17.8	17.7	17.7	17.7	17.7	17.4	17.6	17.6

2）広島湾
Hiroshima Bay

調査点 St.	水層 Depth (m) ＼ 調査月日 Date	1977 5.12	5.27	6.6	7.5	7.18	8.2	8.19	9.6	9.29
5. 二ツ小島 Futatsukojima	0	16.0	—	16.0	16.5	15.3	16.8	—	17.1	—
	3	16.6	—	17.0	16.7	15.9	16.9	—	17.2	—
	7	17.2	—	17.4	17.0	16.6	17.0	—	17.3	—
6. 五日市 Itsukaichi	0	9.1	14.7	12.9	12.1	—	16.0	15.1	14.2	16.5
	3	15.3	15.6	16.7	16.6	—	16.5	16.2	15.7	17.0
	7	16.9	17.1	17.3	17.1	—	16.7	16.6	16.1	17.2
7. 地御前 Jigozen	0	—	15.4	—	—	12.9	—	15.6	—	16.8
	3	—	16.5	—	—	15.4	—	16.0	—	17.0
	7	—	17.2	—	—	16.2	—	16.6	—	17.2
8. 三高 Mitaka	0	13.9	17.1	16.0	16.0	16.4	16.8	16.8	16.7	17.5
	3	15.9	17.2	17.1	16.6	16.7	17.1	17.2	16.8	17.6
	7	17.4	17.6	17.4	16.9	16.8	17.2	17.3	17.1	17.6

9．22	9．26	10．7	10．28	11．7	11．24	12．9	12．26	1978 1．13	1．23	2．6	2．22	3．23
17.4	—	17.4	17.4	—	17.5	17.7	17.9	17.8	17.9	—	18.1	17.3
17.4	—	17.4	17.5	—	17.6	17.7	17.9	17.9	17.9	—	18.1	17.3
17.5	—	17.5	17.5	—	17.6	17.7	17.9	17.9	17.9	—	18.1	17.4
17.3	—	17.4	17.4	—	17.5	17.6	17.8	17.8	17.8	—	18.1	17.2
17.4	—	17.4	17.5	—	17.5	17.7	17.8	17.8	17.8	—	18.1	17.3
17.5	—	17.4	17.6	—	17.6	17.7	17.9	17.9	17.8	—	18.1	17.3
17.4	—	17.2	17.5	—	17.5	17.6	17.8	17.7	17.9	—	18.1	17.2
17.4	—	17.4	17.6	—	17.6	17.7	17.8	17.8	17.9	—	18.2	17.3
17.5	—	17.4	17.6	—	17.6	17.7	17.9	17.9	17.9	—	18.2	17.3
17.4	17.5	17.6	17.5	17.6	17.5	17.7	17.9	17.9	17.9	17.9	18.2	17.4
17.4	17.5	17.7	17.5	17.6	17.6	17.7	17.9	17.9	17.9	18.0	18.2	17.4
17.5	17.6	17.7	17.6	17.6	17.6	17.7	17.9	18.0	17.9	18.0	18.2	17.5

10．6	10．18	11．11	11．29	12．6	12．22	1978 1．11	1．18	2．14	2．24	3．2	3．29
17.3	17.4	17.4	17.4	17.5	17.6	17.5	17.6	17.4	17.2	17.2	17.5
17.3	17.4	17.4	17.4	17.5	17.6	17.5	17.6	17.5	17.3	17.3	17.5
17.4	17.6	17.5	17.5	17.5	17.6	17.5	17.6	17.5	17.3	17.4	17.5
16.2	17.2	17.3	17.1	17.0	17.2	16.5	16.0	16.4	17.1	15.7	17.2
16.5	17.2	17.3	17.1	17.0	17.3	17.1	17.1	16.4	17.2	15.9	17.3
16.7	17.3	17.4	17.2	17.2	17.3	17.2	17.3	17.3	17.2	15.9	17.3
16.6	17.1	—	17.1	17.1	17.4	—	17.2	—	17.4	16.2	17.3
16.7	17.2	—	17.2	16.9	17.5	—	17.2	—	17.5	16.3	17.3
16.7	17.3	—	17.2	17.1	17.5	—	17.3	—	17.5	16.4	17.3
17.4	17.6	17.4	17.4	17.6	17.7	17.4	17.7	17.7	17.6	17.4	17.5
17.5	17.6	17.5	17.5	17.6	17.7	17.4	17.8	17.7	17.6	17.5	17.5
17.5	17.6	17.6	17.5	17.6	17.7	17.5	17.8	17.8	17.7	17.6	17.6

付表 3.　溶存酸素量（mℓ/ℓ）
Appendix-Table 3.　Dissolved Oxygen (mℓ/ℓ)

1）県中部水域
Central region of Hiroshima Pref.

調査点 St.	調査月日 Date / 水層 Depth (m)	1977 4.26	5.10	5.20	6.2	6.27	7.11	7.26	8.5	8.31
1. 安芸津（沖） Akitsu (off shore)	0	6.26	—	5.90	5.91	5.14	—	5.38	—	4.38
	3	6.38	—	5.96	5.99	5.02	—	5.23	—	4.28
	7	6.54	—	6.01	5.98	4.94	—	4.75	—	4.22
2. 安芸津（岸） Akitsu (near shore)	0	6.17	—	6.10	6.60	6.52	—	5.85	—	5.55
	3	6.21	—	6.33	6.05	5.40	—	5.57	—	4.60
	7	6.09	—	5.95	5.81	5.03	—	5.30	—	4.53
3. 安浦 Yasuura	0	6.21	—	5.81	5.99	5.81	—	5.55	—	4.90
	3	6.29	—	6.23	5.94	5.00	—	5.67	—	4.03
	7	6.18	—	6.02	5.87	5.05	—	5.44	—	4.09
4. 来島 Kurushima	0	6.18	6.16	6.08	5.75	4.84	4.60	4.83	4.84	4.04
	3	6.29	6.15	6.07	5.86	4.95	4.80	4.85	4.87	4.16
	7	6.33	6.20	5.92	5.77	4.91	4.68	5.03	4.89	4.09

2）広島湾
Hiroshima Bay

調査点 St.	調査月日 Date / 水層 Depth (m)	1977 5.12	5.27	6.6	7.5	7.18	8.2	8.19	9.6	9.29
5. 二ツ小島 Futatsukojima	0	8.00	—	7.14	6.60	5.41	5.77	—	5.24	—
	3	7.34	—	6.72	6.39	5.46	5.38	—	5.42	—
	7	5.45	—	5.21	5.36	5.19	4.76	—	4.20	—
6. 五日市 Itsukaichi	0	6.57	9.39	7.30	7.08	—	7.08	5.97	6.49	4.62
	3	8.20	10.40	7.80	5.80	—	6.55	4.57	6.35	3.19
	7	5.47	8.25	6.15	5.22	—	5.73	—	5.06	2.54
7. 地御前 Jigozen	0	—	9.72	—	—	6.53	—	6.07	—	5.42
	3	—	9.41	—	—	5.93	—	5.07	—	4.69
	7	—	6.05	—	—	5.19	—	3.35	—	4.54
8. 三高 Mitaka	0	7.76	8.98	6.15	5.86	5.35	5.34	4.77	5.47	4.17
	3	7.88	7.95	6.15	5.40	5.29	5.14	4.34	5.39	4.07
	7	6.13	7.17	5.77	5.26	5.20	5.20	4.37	5.35	4.13

9.22	9.26	10.7	10.28	11.7	11.24	12.9	12.26	1978 1.13	1.23	2.6	2.22	3.23
5.16	—	4.80	4.84	—	4.68	5.16	5.39	5.32	5.31		6.53	6.24
4.98	—	4.77	4.91	—	4.71	5.21	5.38	5.34	5.33	—	6.49	6.27
5.13	—	4.80	4.82	—	4.64	5.09	5.41	5.52	5.47	—	6.24	6.26
4.88	—	5.90	5.09	—	4.65	4.42	5.45	5.47	6.02	—	6.94	6.16
4.90	—	5.44	5.22	—	4.73	5.51	5.56	5.43	6.06	—	7.27	6.25
4.77	—	4.82	5.10	—	4.53	5.21	5.82	5.44	5.46	—	6.88	6.21
5.02	—	4.54	4.79	—	4.76	5.26	5.51	5.38	5.47	—	6.14	6.31
5.15	—	4.49	4.96	—	4.71	5.02	5.34	5.33	5.59	—	6.11	6.71
4.93	—	4.48	4.99	—	4.81	5.31	5.37	5.33	5.54	—	6.20	6.20
5.05	5.31	4.74	4.88	4.87	4.67	5.42	5.33	5.26	5.33	5.73	6.05	6.03
4.97	4.78	4.53	4.93	4.89	4.69	5.14	5.35	5.32	5.44	5.78	5.95	6.22
4.88	4.95	4.11	4.93	4.83	4.60	5.22	5.46	5.05	5.40	5.72	6.21	6.23

10.6	10.18	11.11	11.29	12.6	12.22	1978 1.11	1.18	2.14	2.24	3.2	3.29
4.93	4.74	4.69	4.66	5.10	4.90	5.47	5.64	6.26	6.64	6.86	6.33
5.08	4.83	4.78	4.58	5.09	4.97	5.51	5.46	6.28	6.69	6.87	6.26
4.76	4.80	4.70	4.62	5.09	4.96	5.34	5.83	6.11	6.28	6.88	5.88
6.47	4.45	4.63	4.73	5.24	4.96	5.59	5.58	6.03	6.65	6.55	6.36
5.91	4.96	4.69	4.79	5.32	4.96	5.57	5.72	5.89	6.59	6.66	6.39
4.81	5.05	4.58	4.73	4.92	4.75	5.40	5.39	5.86	6.61	6.52	6.10
6.17	5.10	—	5.05	5.61	5.72	—	5.89	—	6.57	6.72	6.48
5.99	5.34	—	5.03	5.70	5.75	—	5.99	—	6.65	6.64	6.64
5.49	5.48	—	4.92	5.73	5.71	—	5.94	—	6.57	6.71	6.63
3.95	4.58	4.78	4.70	5.20	4.94	5.64	5.47	5.97	6.34	6.66	5.89
4.64	4.58	4.74	4.70	4.71	4.85	5.64	5.52	5.98	6.37	6.69	5.93
4.63	4.91	4.73	4.71	5.20	4.82	5.52	5.66	5.97	6.03	6.54	5.87

付表 4. 透明度（m）
Appendix-Table 4. Transparency（m）

1）県中部水域
Central region of Hiroshima Pref.

調査点 St. \ 調査月日 Date	1977 4.26	5.12	5.27	6.6	6.27	7.11	7.26	8.5	8.31
1. 安芸津（沖） Akitsu (off shore)	6.5	—	7.0	5.0	5.5	—	5.0	—	4.0
1. 安芸津（岸） Akitsu (near shore)	2.8	—	6.0	5.5	3.8	—	6.0	—	3.5
3. 安浦 Yasuura	3.5	—	6.4	5.5	5.0	—	4.5	—	3.2
4. 来島 Kurushima	9.5	8.5	9.0	5.0	7.0	6.4	5.5	6.5	4.0

2）広島湾
Hiroshima Bay

調査点 St. \ 調査月日 Date	1977 5.10	5.20	6.2	7.5	7.18	8.2	8.19	9.6	9.29
5. 二ツ小島 Futatsukojima	—	—	4.0	3.5	4.0	5.0	—	3.7	—
6. 五日市 Itsukaichi	2.5	1.7	2.5	2.7	—	3.5	2.0	2.8	2.0
7. 地御前 Jigozen	—	2.5	—	—	3.0	—	2.0	—	3.0
8. 三高 Mitaka	3.2	4.5	4.0	5.0	6.0	4.8	8.0	4.2	8.0

9.22	9.26	10.7	10.28	11.7	11.24	12.9	12.26	1978 1.13	1.23	2.6	2.22	3.23
5.0	—	4.5	5.8	—	4.5	6.0	4.0	4.1	6.0	—	8.5	9.0
6.0	—	3.5	6.1	—	5.5	4.0	4.5	5.6	6.5	—	5.0	—
6.0	—	4.2	6.2	—	4.5	4.5	4.0	3.2	7.0	—	8.0	9.0
6.0	5.9	7.5	5.2	6.0	5.0	5.0	4.5	2.7	4.0	5.8	7.0	10.0

10.6	10.18	11.11	11.29	12.6	12.22	1978 1.11	1.18	2.14	2.24	3.2	3.29
6.0	6.0	4.2	6.2	5.0	5.5	4.5	5.0	7.7	6.5	5.5	6.0
3.0	7.0	4.9	6.0	5.8	6.0	6.0	5.5	7.0	5.5	5.5	5.0
4.5	6.5	—	5.5	6.5	5.0	—	4.5	—	6.0	6.0	5.0
9.0	6.5	6.9	7.5	8.2	4.5	6.0	7.0	8.7	7.0	7.0	7.0

付表 5 − 1.　　植物色素量（mg/m³）
Appendix-Table 5−1.　　Plant pigments (mg/m³)

1) 県中部水域
Central region of Hiroshima Pref.

調査点 St.	水層 Depth (m)		1977 4.26	5.10	5.20	6.2	6.27	7.11	7.26	8.5
1. 安芸津（沖） Akitsu (off shore)	0	ク C	1.25	—	1.25	2.13	1.62	—	0.59	—
		フ P	—	—	t	0.34	1.78	—	2.09	—
		計 T	—	—	1.25	2.47	3.40	—	2.68	—
	3	ク C	0.73	—	0.29	1.25	0.73	—	1.62	—
		フ P	—	—	0.32	0.55	1.01	—	2.80	—
		計 T	—	—	0.61	1.80	1.74	—	4.42	—
	7	ク C	0.37	—	0.51	1.38	0.88	—	2.79	—
		フ P	0.20	—	t	0.19	0.97	—	1.63	—
		計 T	0.57	—	0.51	1.57	1.85	—	4.42	—
2. 安芸津（岸） Akitsu (near shore)	0	ク C	2.25	—	2.64	6.46	5.73	—	1.62	—
		フ P	—	—	t	2.23	4.76	—	1.78	—
		計 T	—	—	2.64	8.69	10.49	—	3.40	—
	3	ク C	0.66	—	t	0.69	2.20	—	0.44	—
		フ P	—	—	1.78	1.61	0.98	—	0.59	—
		計 T	—	—	1.78	2.30	3.18	—	1.03	—
	7	ク C	0.73	—	0.44	1.47	1.76	—	0.53	—
		フ P	—	—	0.28	0.16	1.73	—	0.94	—
		計 T	—	—	0.72	1.63	3.49	—	1.47	—
3. 安浦 Yasuura	0	ク C	0.73	—	0.59	1.18	4.85	—	0.59	—
		フ P	0.29	—	0.29	0.01	2.14	—	0.13	—
		計 T	1.02	—	0.88	1.19	6.99	—	0.72	—
	3	ク C	0.37	—	—	1.38	0.29	—	—	—
		フ P	0.10	—	0.96	0.01	0.32	—	1.17	—
		計 T	0.47	—	—	1.39	0.61	—	—	—
	7	ク C	0.73	—	0.44	0.86	0.44	—	1.47	—
		フ P	—	—	0.33	0.35	0.59	—	2.13	—
		計 T	—	—	0.77	1.21	1.03	—	3.60	—
4. 来島 Kurushima	0	ク C	0.73	0.44	0.51	1.25	t	1.18	2.94	1.47
		フ P	0.40	0.74	t	0.24	0.82	t	1.48	0.95
		計 T	1.13	1.18	0.51	1.49	0.82	1.18	4.42	2.42
	3	ク C	0.51	1.18	1.18	0.43	0.29	0.96	—	1.69
		フ P	0.36	0.74	t	1.44	0.12	0.07	7.71	0.11
		計 T	0.87	1.92	1.18	1.87	0.41	1.03	—	1.80
	7	ク C	1.18	0.88	t	1.62	0.29	0.81	1.17	1.76
		フ P	—	0.46	1.33	0.39	0.24	0.53	2.32	0.82
		計 T	—	1.34	1.33	2.01	0.53	1.34	3.49	2.58

注　ク：クロロフィル *a*　　フ：フェオフィチン
Notes.　C：Chlorophyll−*a*　　P：Phaeophytin　　T：Total

8.31	9.22	9.26	10.7	10.28	11.7	11.24	12.9	12.26	1978 1.13	1.23	2.6	2.22	3.23
0.37	t	–	2.80	2.19	—	0.46	0.73	t	0.81	0.44	—	0.66	t
4.45	6.94	—	1.80	—	—	0.47	0.68	0.46	0.27	0.18	–	0.73	1.29
4.82	6.94	—	4.60	—	—	0.93	1.41	t	1.08	0.62	—	1.39	1.29
1.69	1.69	—	2.49	1.68	—	0.64	0.67	0.44	0.07	t	—	1.10	0.66
1.50	3.44	—	3.04	0.62	—	0.21	0.75	0.13	0.60	1.33	—	0.34	0.83
3.19	5.13	—	5.53	2.30	—	0.85	1.42	0.57	0.67	1.33	—	1.44	1.49
2.13	0.15	—	2.40	1.46	—	0.78	0.46	0.44	0.81	0.37	—	2.06	0.15
1.11	5.97	—	2.15	0.89	—	t	1.10	0.33	t	0.61	—	t	1.29
3.24	6.12	—	4.55	2.35	—	0.78	1.56	0.77	0.81	0.98	—	2.06	1.44
2.35	1.54	—	1.76	3.14	—	0.15	0.81	0.37	0.81	0.73	—	4.92	0.81
3.20	1.95	—	1.01	—	—	0.70	0.53	0.15	0.17	0.50	—	1.25	0.37
5.55	3.49	—	2.77	—	—	0.85	1.34	0.52	0.98	1.23	—	6.17	1.18
3.67	1.10	—	1.89	2.44	—	0.09	0.26	t	0.07	1.10	—	3.60	0.44
4.76	2.50	—	1.72	1.64	—	0.79	0.75	0.79	0.70	0.29	—	2.42	0.84
8.43	3.60	—	3.61	3.68	—	0.88	1.01	0.79	0.77	1.39	—	6.02	1.28
2.64	1.54	—	2.57	4.16	—	t	0.20	0.29	0.15	1.18	—	4.55	0.22
5.68	2.52	—	1.08	—	—	0.86	0.75	0.32	0.47	t	—	1.00	1.01
8.32	4.06	—	3.65	—	—	0.86	0.95	0.61	0.62	1.18	—	5.55	1.23
2.06	1.47	—	3.96	1.83	—	0.58	0.15	t	0.66	0.73	—	1.18	t
3.29	3.93	—	4.62	0.22	—	0.35	1.38	0.81	0.32	t	—	t	1.33
5.35	5.40	—	8.58	2.05	—	0.93	1.53	0.81	0.98	0.73	—	1.18	1.33
1.76	0.51	—	4.57	2.12	—	0.35	0.15	0.37	0.37	0.22	—	0.73	0.29
2.14	4.52	—	2.11	0.18	—	0.59	1.63	0.30	0.56	0.45	—	0.09	0.79
3.90	5.03	—	6.68	2.30	—	0.94	1.78	0.67	0.93	0.67	—	0.82	1.08
1.17	2.82	—	3.82	3.94	—	0.70	0.55	0.37	0.29	t	—	0.73	0.07
3.25	2.64	—	2.55	—	—	0.83	0.73	0.10	0.43	1.97	—	0.14	1.21
4.42	5.46	—	6.37	—	—	1.53	1.28	0.47	0.72	1.97	—	0.87	1.28
0.37	3.74	1.76	9.10	2.34	2.28	0.38	0.61	t	0.59	0.51	1.40	1.32	t
1.02	2.22	t	6.36	0.58	t	0.56	0.51	1.09	0.70	0.93	t	0.63	0.63
1.39	5.96	1.76	15.46	2.92	2.28	0.94	1.12	1.09	1.29	1.44	1.40	1.95	0.63
0.37	3.89	1.84	6.44	0.95	0.66	0.29	0.64	0.37	0.96	0.29	1.54	1.10	0.59
0.66	1.66	0.17	4.97	1.86	0.11	0.32	0.46	0.40	0.18	1.20	t	0.90	0.80
1.03	5.55	2.01	11.41	2.81	0.77	0.61	1.10	0.77	1.14	1.49	1.54	2.00	1.39
0.37	2.79	1.47	4.49	1.90	0.51	0.67	0.61	0.51	0.59	0.66	1.03	0.81	0.59
0.66	2.55	0.79	5.51	0.71	0.26	t	0.28	0.05	0.85	0.98	0.46	0.89	0.90
1.03	5.34	2.26	10.00	2.61	0.77	0.67	0.89	0.56	1.44	1.64	1.49	1.70	1.49

付表 5 − 2. 植物色素量（mg/m³）

Appendix-Table 5−2. Plant pigments (mg/m³)

1） 広 島 湾

Hiroshima Bay

調査点 St.	水層 Depth (m)		1977 5.12	5.27	6.6	7.5	7.18	8.2	8.19	9.6
5. 二ツ小島 Futatsukojima	0	ク C	17.04	—	12.48	—	7.78	1.10	—	3.75
		フ P	0.96	—	3.25	t	4.45	1.31	—	1.14
		計 T	18.00	—	15.73	—	12.23	2.41	—	4.89
	3	ク C	9.99	—	6.76	3.23	3.82	3.23	—	2.79
		フ P	2.45	—	0.85	3.35	1.42	1.45	—	1.27
		計 T	12.44	—	7.61	6.58	5.24	4.68	—	4.06
	7	ク C	4.85	—	2.94	2.57	2.64	2.13	—	3.45
		フ P	1.53	—	1.81	2.31	0.95	1.67	—	1.54
		計 T	6.38	—	4.75	4.88	3.59	3.80	—	4.99
6. 五日市 Itsukaichi	0	ク C	16.45	13.22	17.90	3.20	—	3.50	26.43	11.70
		フ P	0.51	2.92	6.10	7.80	—	3.10	14.89	1.80
		計 T	16.96	16.14	4.00	11.00	—	6.60	41.32	13.50
	3	ク C	6.32	6.46	3.39	2.94	—	3.67	12.33	8.00
		フ P	0.29	2.69	0.61	2.20	—	1.83	9.05	1.35
		計 T	6.61	9.15	4.00	5.14	—	5.50	21.38	9.35
	7	ク C	7.78	t	2.75	2.50	—	t	13.51	6.39
		フ P	0.24	6.99	t	2.13	—	—	3.97	2.45
		計 T	8.02	6.99	2.75	4.63	—	—	17.48	8.84
7. 地御前 Jigozen	0	ク C	—	11.62	—	—	11.16	—	9.40	—
		フ P	—	t	—	—	5.90	—	11.57	—
		計 T	—	11.62	—	—	17.06	—	20.97	—
	3	ク C	—	4.73	—	—	4.26	—	7.34	—
		フ P	—	1.47	—	—	3.14	—	9.52	—
		計 T	—	6.20	—	—	7.40	—	16.86	—
	7	ク C	—	9.11	—	—	3.52	—	6.76	—
		フ P	—	2.00	—	—	3.47	—	5.79	—
		計 T	—	11.11	—	—	6.99	—	12.55	—
8. 三高 Mitaka	0	ク C	9.55	4.41	2.70	0.80	1.76	1.10	1.57	2.10
		フ P	1.15	2.79	1.50	1.70	2.04	1.40	5.01	0.30
		計 T	10.70	7.20	4.20	2.50	3.80	2.50	6.58	2.40
	3	ク C	3.97	t	1.89	1.76	0.73	1.91	2.15	1.03
		フ P	1.79	7.76	t	1.22	2.66	1.12	0.86	1.85
		計 T	5.76	7.76	1.89	2.98	3.39	3.03	3.01	2.88
	7	ク C	4.21	2.52	2.20	1.98	2.20	1.76	0.39	1.25
		フ P	1.07	1.30	0.57	0.90	1.09	1.48	2.08	1.07
		計 T	5.28	3.82	2.77	2.88	3.29	3.24	2.47	2.32

注 ク：クロロフィル *a* フ：フェオフィチン

Notes C：Chlorophyll−*a* P：Phaeophytine T：Total

9 . 26	10. 6	10. 18	11. 11	11. 29	12. 6	12. 22	1978 1 . 11	1 . 18	2 . 14	2 . 24	3 . 2	3 . 29
—	2.86	1.53	2.94	1.62	2.81	1.32	3.67	3.60	2.50	2.13	2.06	2.20
—	1.56	0.99	0.61	0.16	—	0.02	1.62	0.77	0.59	2.09	1.90	0.01
—	4.42	2.52	3.55	1.78	—	1.34	5.29	4.37	3.09	4.22	3.96	2.21
—	3.16	0.73	1.71	0.78	1.30	0.44	2.86	3.08	3.01	3.52	2.42	2.28
—	3.72	1.98	1.49	0.62	0.71	0.74	0.84	1.23	1.20	1.10	1.84	0.35
—	6.88	2.71	3.20	1.40	2.01	1.18	3.70	4.31	4.21	4.62	4.26	2.63
—	3.30	1.90	1.36	0.81	1.51	0.29	3.01	3.23	2.72	3.75	1.62	1.47
—	1.68	1.37	0.55	0.49	0.70	1.04	1.46	0.78	1.04	1.04	3.17	1.36
—	4.98	3.27	1.91	1.30	2.21	1.33	4.47	4.01	3.76	4.79	4.79	2.83
12.48	6.17	3.36	4.63	1.77	4.06	1.98	3.67	1.03	—	1.69	1.47	0.81
3.06	6.11	1.85	t	0.91	0.58	0.13	1.16	—	—	0.88	0.49	1.30
15.54	12.28	5.21	4.63	2.68	4.64	2.11	4.83	—	—	2.57	1.96	2.11
10.89	5.95	3.94	3.43	3.22	4.26	1.62	0.88	2.72	—	2.72	1.69	1.84
2.51	4.38	1.63	0.91	1.19	0.64	0.70	t	0.73	—	1.29	2.53	0.99
13.40	10.33	5.57	4.34	4.41	4.90	2.32	0.88	3.45	—	4.01	4.22	2.83
5.26	5.95	3.58	3.67	2.18	2.49	1.84	2.20	2.50	1.98	3.38	2.28	1.54
2.19	3.35	1.94	0.67	1.66	0.72	0.47	1.55	—	0.69	1.66	2.61	0.98
7.45	9.30	5.52	4.34	3.84	3.21	2.31	3.75	—	2.67	5.04	4.89	2.52
3.30	4.48	1.46	—	5.92	2.93	1.25	—	5.07	—	3.16	2.20	2.20
2.33	0.71	2.78	—	2.12	1.94	1.01	—	2.49	—	0.24	1.29	1.09
5.63	5.19	4.24	—	8.04	4.87	2.26	—	7.56	—	3.40	3.49	3.29
5.26	3.82	1.39	—	4.76	3.28	2.42	—	4.99	—	3.16	2.20	2.20
1.52	3.48	2.09	—	2.96	2.14	1.48	[illegible]	2.15	—	0.60	1.29	1.24
6.78	7.30	3.48	—	7.72	5.42	3.90	—	7.14	—	3.76	3.49	3.44
4.53	4.11	0.37	—	3.77	3.10	2.86	—	4.55	—	3.82	2.57	1.98
2.63	2.21	3.52	—	2.60	2.03	2.07	—	2.44	—	0.60	1.44	1.56
7.16	6.32	3.89	—	6.37	5.13	4.93	—	6.99	—	4.42	4.01	3.54
1.76	2.72	1.31	1.22	0.52	0.90	0.37	4.19	1.62	1.62	1.91	1.91	0.66
0.55	t	—	t	1.00	1.10	0.71	1.16	—	t	0.46	0.61	0.83
2.31	2.72	—	1.22	1.52	2.00	1.08	5.35	-	1.62	2.37	2.52	1.49
1.69	2.86	4.60	0.96	0.29	1.39	0.29	3.67	1.42	1.32	1.69	1.54	0.44
0.37	t	—	0.79	0.81	0.87	0.79	1.01	0.92	0.63	0.47	1.44	1.05
2.06	2.86	—	1.75	1.10	2.26	1.08	4.68	2.34	1.95	2.16	2.98	1.49
0.88	2.06	t	0.81	0.49	0.52	0.59	3.23	1.47	1.32	1.84	1.47	0.37
1.95	1.64	5.15	0.89	0.73	1.53	0.54	1.14	0.23	0.27	0.37	1.77	1.23
2.83	3.70	5.15	1.70	1.22	2.05	1.13	4.37	1.70	1.59	2.21	3.24	1.60

付表 6. カキ成育調査
Appendix-Table 6. Data on oyster growth

1）県中部水域
Central region of Hiroshima Pref.

種ガキ，52年4月26日垂下（平均殻高：10.9㎜）
Spat oyster, transplanted on 26 April 1977 (mean shell height: 10.9 mm)

調査点 St.	垂下層 Depth	測定日 Date	生肉重量 Wet meat weight (g)	殻高 Shell height (mm)	殻長 Shell length (mm)	殻巾 Shell breadth (mm)
1. 安芸津（沖） Akitsu (off shore)	上 Upper	7. 1	1.00	36.5	23.4	—
		9. 1	3.74	58.1	34.0	21.6
		10. 11	4.85	62.1	33.8	18.7
		12. 27	6.46	79.8	40.0	23.6
		2. 27	8.57	83.2	46.2	26.0
	下 Lower	7. 1	0.82	36.1	21.5	—
		9. 1	2.53	56.7	30.1	18.1
		10. 11	3.30	53.8	29.5	18.3
		12. 27	5.82	75.5	38.1	22.1
		2. 27	6.87	81.2	46.3	24.5
2. 安芸津（岸） Akitsu (near shore)	上 Upper	7. 1	1.02	33.2	21.9	—
		9. 1	4.48	60.2	32.4	21.1
		10. 11	4.80	61.6	34.3	21.5
		12. 12	6.33	78.7	40.8	24.7
		2. 27	9.76	83.3	46.7	25.8
	下 Lower	7. 1	0.67	31.5	19.9	—
		9. 1	2.31	55.8	30.1	19.5
		10. 11	3.49	62.5	34.4	20.9
		12. 12	4.59	71.7	39.3	23.4
		2. 27	8.19	83.9	44.6	25.7
3. 安浦 Yasuura	上 Upper	7. 11	1.37	42.4	27.8	—
		9. 2	3.15	53.7	30.9	19.0
		10. 11	4.88	62.7	34.9	21.6
		12. 12	4.44	80.8	41.3	23.9
		2. 27	7.51	80.7	43.7	25.7
	下 Lower	7. 11	1.00	41.1	25.3	—
		9. 2	2.46	52.9	30.8	18.3
		10. 11	4.29	64.2	35.6	22.1
		12. 12	5.51	72.7	41.5	24.8
		2. 27	7.74	81.7	47.9	28.2

2） 広 島 湾
Hiroshima Bay

種ガキ，52年7月8日垂下（平均生肉重量：0.39g，平均殻高：29.7mm，平均殻長：19.0mm）
Spat oyster, transplanted on 8 July 1977 (mean wet meat weight: 0.39g, mean shell height: 29.7mm, mean shell legth: 19.0mm)

調査点 St.	垂下層 Depth	測定日 Date	生肉重量 Wet meat weight (g)	殻高 Shell height (mm)	殻長 Shell length (mm)	殻巾 Shell breadth (mm)
5. 二ツ小島 Futatsukojima	上 Upper	8. 26	1. 00	31. 6	21. 0	13. 1
	下 Lower	8. 26	0. 88	35. 0	22. 7	13. 3
		10. 18	1. 55	35. 6	23. 1	15. 4
三高～地御前 Mitaka～Jigozen	上 Upper	12. 8	9. 48	70. 3	43. 5	25. 0
		3. 3	16. 34	83. 5	49. 5	26. 7
	下 Lower	12. 8	6. 50	72. 9	40. 4	23. 5
7. 地御前 Jigozen	上 Ueper	8. 27	0. 93	37. 2	21. 2	12. 9
		10. 11	3. 23	50. 5	28. 4	17. 6
		12. 8	7. 15	67. 5	40. 0	23. 4
		2. 24	14. 53	81. 4	49. 9	27. 1
	下 Lower	8. 27	0. 64	34. 0	21. 3	11. 5
		10. 11	2. 20	53. 6	29. 4	16. 8
		12. 7	6. 74	70. 9	40. 3	23. 6
		2. 24	9. 06	71. 8	41. 4	24. 9
8. 三高 Mitaka	上 Ueper	8. 26	1. 35	41. 4	25. 4	14. 4
		10. 11	3. 14	57. 0	34. 4	18. 9
		12. 7	3. 69	63. 5	37. 9	22. 4
		2. 24	6. 44	73. 2	40. 1	25. 0
	下 Lower	8. 26	0. 68	33. 9	20. 0	12. 5
		10. 11	2. 33	56. 3	31. 1	16. 9
		12. 7	3. 33	66. 8	36. 3	21. 0
		2. 24	6. 04	77. 1	40. 1	24. 1

1979～1981年の広島県下のカキへい死

赤繁　悟・楠木　豊・橋本俊将

Oyster Mortality in Hiroshima Prefecture
during 1979－1981

Satoru AKASHIGE, Yutaka KUSUKI
and Toshimasa HASHIMOTO

広島湾でのカキむき身生産量の推移をみると，戦後から1968年まで全体として増加しているが，1960～1961年に生産量は激減した。*　これは産卵期の大量へい死と成育不良の結果であるが，それ以後長い間カキの大量へい死は発生していない。

1979年9月宮島南方の可部島カキ養殖漁場で，大量のカキへい死が発生したとの報告があり，その後広島湾西部沿岸のカキ養殖漁場でカキのへい死が多いとの知らせが続いた。そこで，広島湾，三津湾にある主要カキ養殖漁場で，10月下旬から11月上旬にかけてへい死の実態調査をおこなった。また，1980，1981年にも産卵期のへい死が終了する9月下旬に同様の調査をおこなった。ここに，3年間のへい死実態調査をとりまとめて報告する。

方　　法

県西部の広島湾を中心とした海域および県中部の三津湾に，カキ養殖漁場が多数ある（図1）。これらの養殖漁場のなかから20～40ケ所を選んで，カキ垂下連（9 m）の上層（水深約1 m），中層（水深約4 m）および下層（水深約8 m）より，それぞれホタテガイ殻付着器2枚に付着しているカキを採集し，その日のうちに当場に持ち帰り，1～2日以内に全重量，生肉重量，へい死率等を測定した。へい死率の測定は，付着しているカキを全部付着器からはずし，殻高2 cm以上のものについて生きているカキと，へい死して殻だけになっているものとに分けて，この個体数からへい死率をだした。なお，採集したカキの養殖経歴を業者から聞きとりイキス，抑制の養殖経歴で区分整理した。カキの採集は1979年10月30日～11月9日，1980年9月24日～9月26日1981年9月25日～9月30日におこなった。

＊ 漁業養殖業生産統計年報（農林水産省　農林経済局統計調査部）より

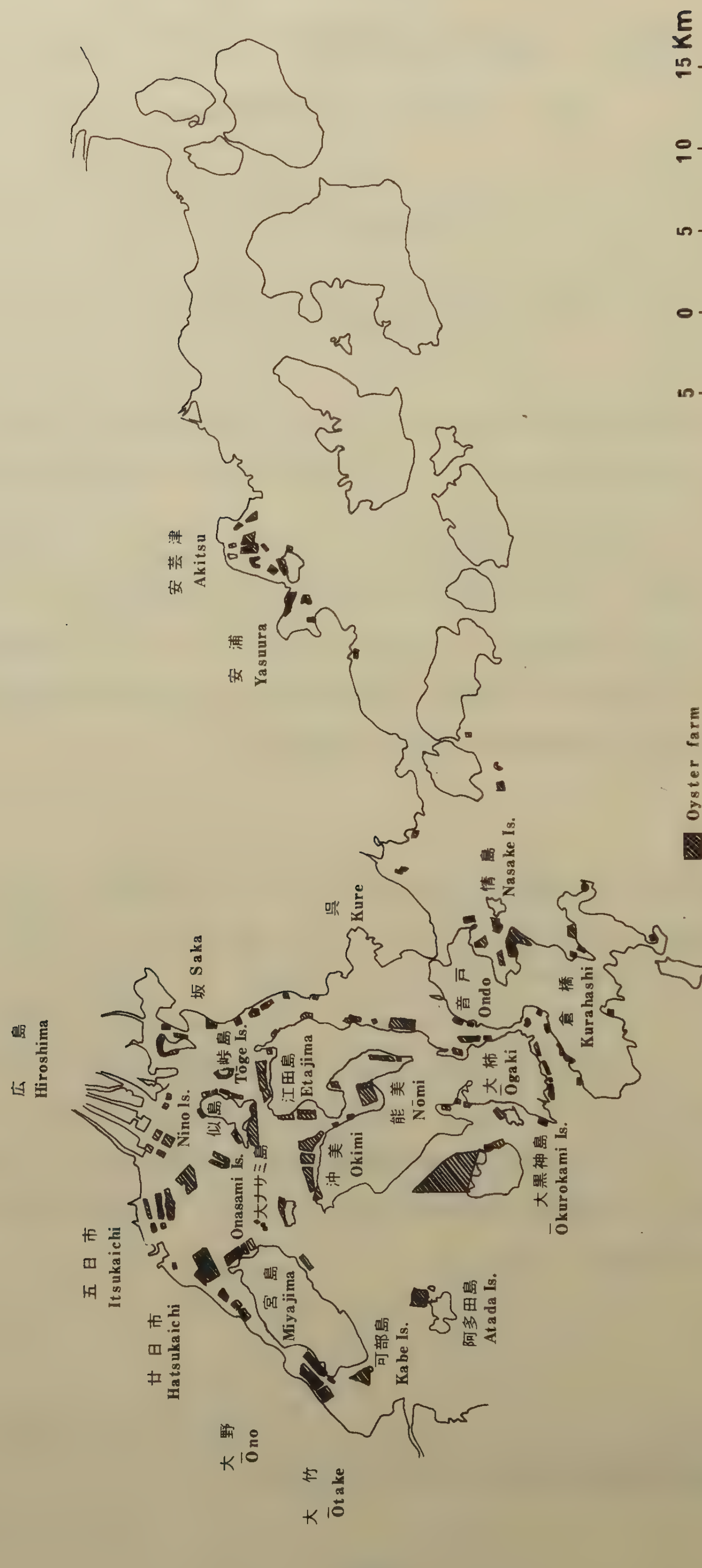


図1. 広島県中西部海域のカキ養殖漁場

Fig. 1. Oyster farms in the western and the middle coast of Hiroshima Prefecture.

結果および考察

各調査点でのへい死率を図2に示した。また，垂下層別および養殖方法別に平均へい死率と平均生肉重量との関係を表1と表2にまとめた。調査した全漁場の平均へい死率は，1979年に22％と比較的高かったが，1980年に14%，1981年に9％と低い値であった。* この値は，1960～1964年** の広島湾[1,2]や 1961～1964年の松島湾[3] で発生した大量へい死時のへい死率に比べると低かった。しかし養殖漁場別にみると，へい死率40%以上のところは，1979年は可部島（イキス：上・中層），玖波（イキス：全層），丸石浜（イキス：全層），御床浦（抑制：上層），杉ノ浦（イキス：上・中層；抑制：上層），観音崎（イキス：上・中層），地御前（イキス：上層；抑制：上層），峠島（上層），金輪島（中層），江田島長浜（イキス：中層），大黒神島（イキス：上・下層）と多かった。1980年にはへい死率40%以上のところは，音戸アジワ島（イキス：上層），安芸津（赤崎）（3年もの：上層），安芸津（藍之島）（3年もの：中・下層）であ



図2. 1979～1981年のカキへい死の状況

Fig. 2. Oyster mortalities in Hiroshima Prefecture during 1979－1981.
×: sampling location.
*: long period hardened oysters ("2–year" oysteers).
**: short period hardened oysters ("2–year" oysters).
***: "3–year" oysters.
Y: yokusei (which means long period hardened oyaters).

* 1982年のカキへい死は北部広島湾で11月中旬に平均12％で，前年にひきつづきカキへい死は低い状態のままであると考えられる。
** 1963年にはカキのへい死は多くなかったが，便宜上このように書くことにする。

表 1. 垂下層別のカキ平均生肉重量とへい死率

Table 1. Correlation between mean meat weight of oyster and mortality

年 Year	垂下層 Layer of string	調査点数 Number of sampling station	生肉重量 Mean meat weight (g)	平均へい死率 Mean mortality (%)	相関係数 Correlation coefficient r	寄与率 Ratio of contribution r^2
1979	上層 U*	46	7.92	28.8	0.479	0.229
	中層 M**	45	6.65	21.8	0.355	0.126
	下層 L***	43	5.90	17.8	0.334	0.112
1980	上層 U	28	6.16	16.7	0.637	0.406
	中層 M	28	4.58	12.9	0.712	0.507
	下層 L	27	3.90	13.0	0.757	0.573
1981	上層 U	19	6.31	14.7	0.577	0.333
	中層 M	19	5.43	6.8	0.453	0.205
	下層 L	18	4.65	4.8	0.152	0.023

* Upper layer (about 1m) of the string (9 m)
** Middle layer (about 4m) of the string
*** Lower layer (about 8m) of the string

表 2. 養殖方法別のカキ平均生肉重量とへい死率

Table 2. Correlation between mean meat weight of oyster and mortality

年 Year	養殖方法 Culture type	調査点数 Number of sampling station	生肉重量 Mean meat weight (g)	平均へい死率 Mean mortality (%)	相関係数 Correlation coefficient r	寄与率 Ratio of contribution r^2
1979	イキス Ikisu*	68	7.85	28.8	0.447	0.200
	抑制 Yokusel**	66	5.81	15.5	0.221	0.049
	全体 Total***	134	6.85	22.3	0.468	0.219
1980	イキス Ikisu	45	5.76	16.8	0.508	0.258
	抑制 Yokusel	23	2.33	4.0	0.138	0.019
	全体 Total	83	4.89	14.2	0.683	0.466
1981	イキス Ikisu	44	5.36	7.9	0.502	0.252
	全体 Total	56	5.49	8.9	0.544	0.296

* Short period hardened oysters ("2-year" oysters)
** Long period hardened oysters ("2-year" oysters)
*** "2-year" and "3-year" oysters

った。ただ安芸津地区の３年もののへい死の中には前年のへい死も含まれているものと考えられ，1980 年のへい死率はこれより低い値になるであろう。また，1981 年には，へい死率40％以上のところは，地御前（イキス：上層）だけであった。安芸津（赤崎）(3年もの：上層）でも40％近いへい死率であった。垂下層別のへい死率についてみる（図２，付表１～３）。上層のへい死率が最も高い調査点の数，また中層，下層についても同様に調査点の数をだして，各層のへい死率に差はないという仮設のもとに適合度検定をおこなってみた。その結果 1979 年と 1981年の場

合には危険率0.1％でこの仮説は棄てられる。すなわち，垂下層の上でへい死率が高いと言える。これは1960～1964年の広島湾や1961～1964年の松島湾でみられた大量へい死と同様の傾向である[1,3]。一方，1980年の場合には，危険率5％でこの仮説は棄てられない。すなわち垂下層によってへい死率はちがうとは言えない。1980年は冷夏のため，表層と10m層の水温差が1979年，1981年に比べて小さく，垂下層別のへい死率にあまりちがいがなかったとも考えられる。次に養殖方法別にみると（表2），イキスカキでへい死率が高く抑制カキで低い傾向がみられた。

養殖の経過とカキへい死との関係をみるため，採集したカキのうち1978年に採苗し，その年の10～12月に江田内に垂下したイキスカキと翌年6月に江田内に垂下した抑制カキを，1979年7～9月にかけて北部広島湾のいくつかの養殖漁場へ移動させたものについて，生肉重量とへい死率

表3. 江田内で9～11ケ月垂下養成したイキスカキの移動先でのへい死率（％）

Table 3. Mortality (%) of short period hardened oysters transferred from Etauchi Bay where oysters had grown for 7–9 months.

移動先 Location		玖波 Kuba	宮島 Miyajima	地御前 Jigozen
垂下層 Layer of string	上層 Upper	57.6	48.4	54.5
	中層 Middle	47.5	46.6	29.1
	下層 Lower	54.9	18.2	19.2

表4. 江田内で9～11ケ月垂下養成したイキスカキの移動先での平均生肉重量(g)

Table 4. Mean meat weight (g) of short period hardened oysters transferred from Etauchi Bay where oysters had grown for 7–9 months.

移動先 Location		玖波 Kuba	宮島 Miyajima	地御前 Jigozen
垂下層 Layer of string	上層 Upper	11.8	10.8	18.8
	中層 Middle	8.2	6.0	8.7
	下層 Lower	5.8	6.3	8.9

表5. 江田内で2～3ケ月垂下養成した抑制カキの移動先でのへい死率（％）

Table 5. Mortality (%) of long period hardened oysters transferred from Etauchi Bay where oysters had grown for 2–3 months.

移動先 Location		五日市 Itsukaichi	大ナサミ Ōnasami	高祖 Takaso	江関 Ezeki
垂下層 Layer of string	上層 Upper	10.0	9.8	8.1	6.0
	中層 Middle	4.5	7.9	5.2	3.8
	下層 Lower	3.8	7.9	4.9	3.2

表6. 江田内で2～3ケ月垂下養成した抑制カキの移動先での平均生肉重量（g）

Table 6. Mean meat weight(g) of long period hardened oysters transferred from Etauchi Bay where oysters had grown for 2–3 months.

移動先 Location		五日市 Itsukaichi	大ナサミ Ōnasami	高祖 Takaso	江関 Ezeki
垂下層 Layer of string	上層 Upper	10. 0	9. 8	8. 1	6. 0
	中層 Middle	4. 5	7. 9	5. 2	3. 8
	下層 Lower	3. 8	7. 9	4. 9	3. 2

について調べた（表3～6）。移動後の養殖漁場によって生肉重量はイキスカキも抑制カキも違うが，へい死率についてみるとイキスカキは玖波の下層を除いて大きな違いはない。抑制カキについてみると，江関の上層で高く，五日市の上層および高祖の中層で低いが，漁場による違いははっきりしない。また，垂下層による生肉重量およびへい死率についてみると，生肉重量は上層

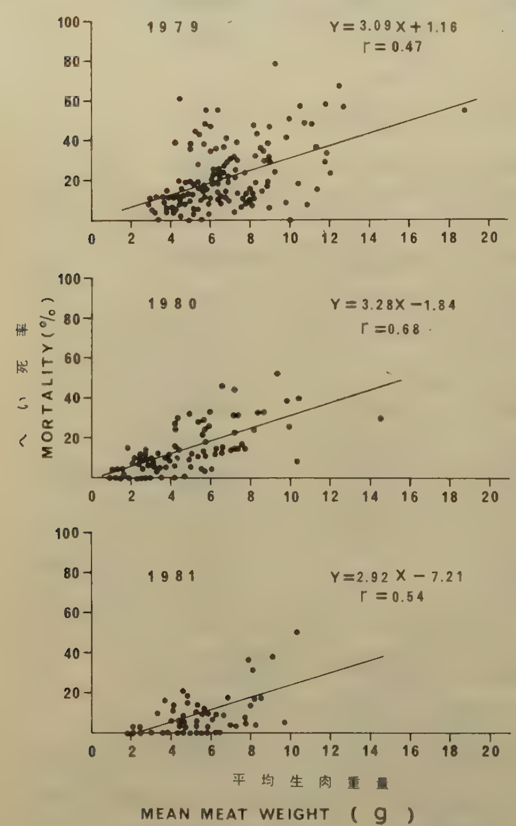


図3. カキの平均生肉重量とへい死率（イキスカキ，抑制カキおよび3年カキ）

Fig. 3. Relation between mean meat weight of "2-year" and "3-year oysters and mortality.

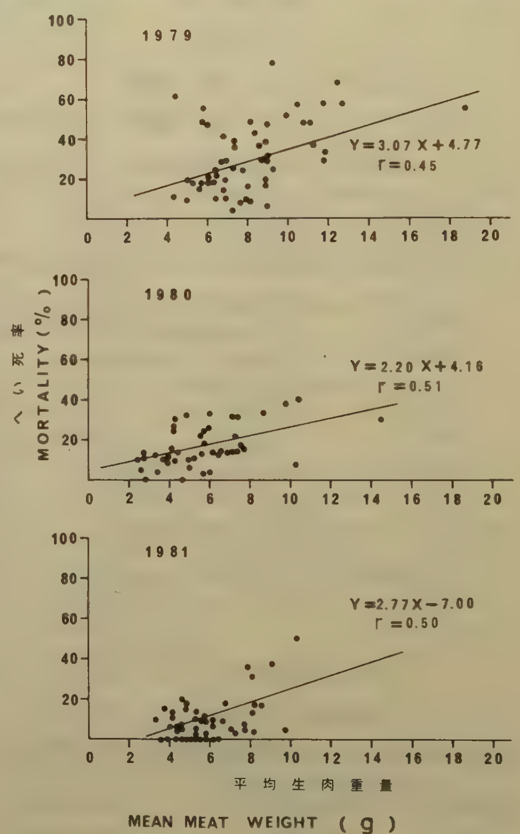


図4. イキスカキの平均生肉重量とへい死率

Fig. 4. Relation between mean meat weight of short period hardened oysters and mortality.

で重く，中・下層で軽いが，へい死率についてはこのようなはっきりした傾向はみられなかった。

次にカキの大きさとへい死率の関係についてみる。カキの大きさとして調査時に生き残っているカキの生肉重量を用いて，これとへい死率の関係をみたのが図3～5と表1と2である。生肉重量とへい死率との間の相関係数は多くの場合5％または1％の危険率で有意であるが，へい死率の全体の変動に対して直線回帰によって説明できる部分の割合である寄与率は，最も高いのが約0.6で，平均して約0.3であった。すなわち，生き残ったカキの生肉重量で説明できない部分の方が大きい。

次に水温とカキのへい死についてみる。1960～1964年と1979～1981年

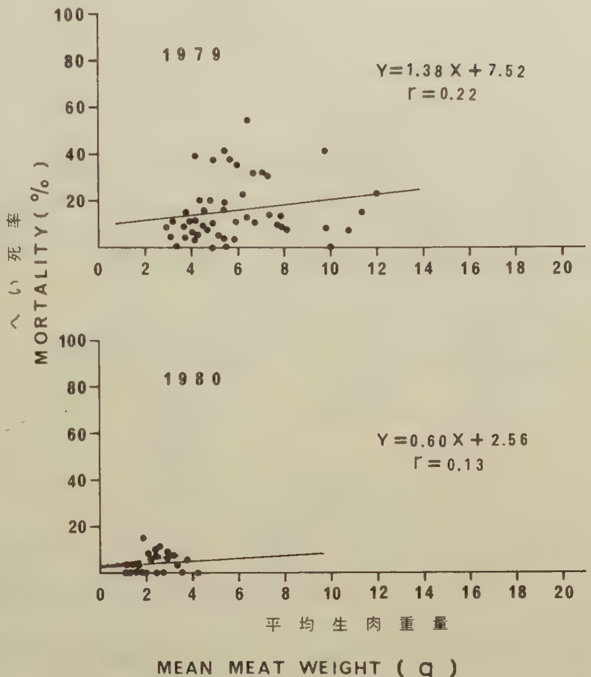


図5.　抑制カキの平均生肉重量とへい死率

Fig. 5. Relation between mean meat weight of long period hardened oysters and mortality.

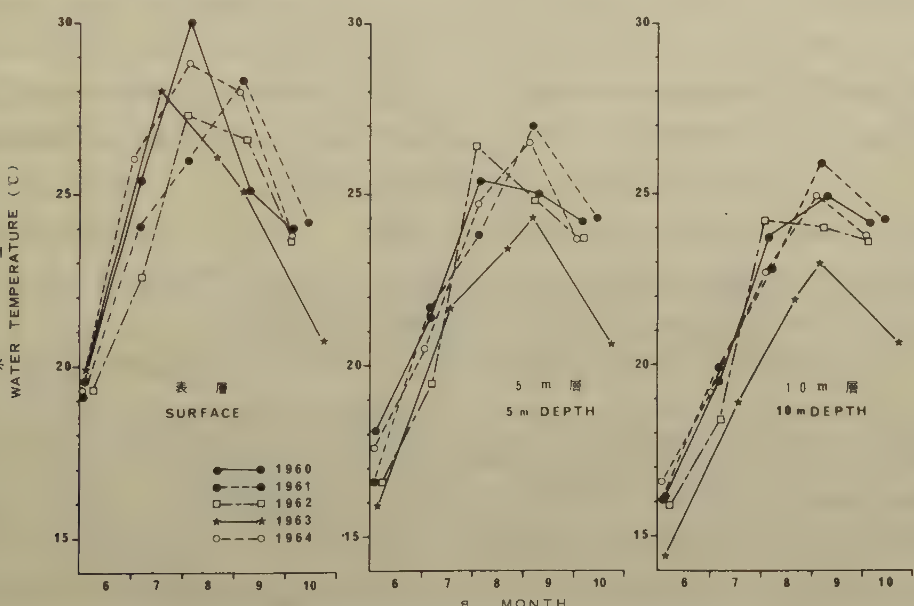


図6.　1960～1964年の6～10月の北部広島湾（峠島と大ナサミ島付近の平均）水温
（広島県水産試験場：浅海定線調査より作成）

Fig. 6. Water temperature from June to October in the Northern Hiroshima Bay during 1960～1964.

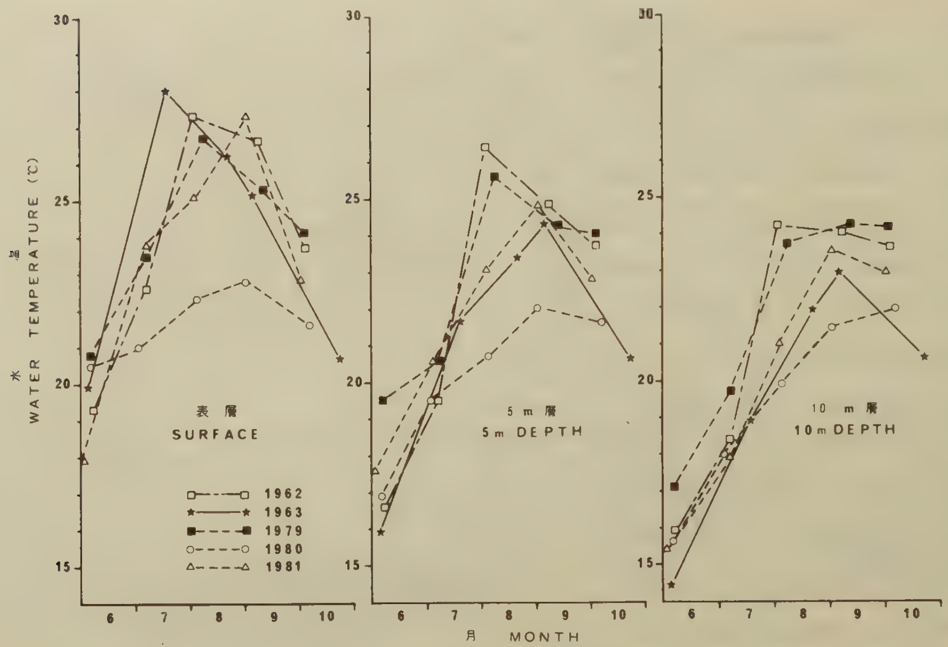


図7. 1979～1981年の6～10月の北部広島湾（峠島と大ナサミ島付近の平均）水温
（広島県水産試験場：浅海定線調査より作成）

Fig. 7. Water temperature from June to October in the Northern Hiroshima Bay during 1979～1981.

の峠島付近と大ナサミ島付近との平均水温をみると，1960～1964年の間では，カキのへい死が少なかった1963年の6～10月の水温は特に5，10m層でへい死の多かった他の年より低めに経過した（図6）。また1979～1981年の間では，へい死の比較的多かった1979年は特に5，10m層で高水温でありへい死の多かった1962年とほぼ同様に経過し，1980年が最も低水温で経過しており（図7），カキのへい死と水温の間に密接な関係が考えられる。ただ，1980年と1981年を比較すると，1981年の方が0～10m層まで高水温で経過しているものの，へい死率は1981年の方が低くかった。1980年は異常冷夏の低水温のため，カキのへい死がかえって多くなった可能性も考えられるが，今後水温以外の要因についても検討する必要があろう。

これまで，世界各地及び日本のカキ養殖漁場で大量へい死が起き，カキ養殖業に被害を与えてきた[4,5]。日本での大量へい死についてみると，病原菌の感染が原因と考えられたり[6-10]，或は富栄養化した湾において高水温時に急激な生殖巣の形成および大量の産卵によりひきおこされる代謝障害が原因と考えられている[11-13]。今回の調査では，単に養殖漁場でのへい死率，生肉重量と殻の大きさおよび水温について調べたのみで，へい死原因について考察するに至っていないが，水温による影響のあることが推測された。これまで水温以外にも海水塩分の低下および高塩分，有機物による水質・底質の悪変等がへい死の要因として考えられている。今後は水温及びその他の成育環境，カキの体内環境と夏期のへい死について総合的に調査し，へい死の発生とその程度を予測する手法の確立をめざす必要がある。

要　　約

1. 1979年から1981年の3年間，県内のカキ養殖漁場で産卵期およびその直後のへい死の終了する時期にへい死実態調査をおこなった。

2. 1960～1964年の広島湾や1961～1964年の松島湾で発生した大量へい死に比べてへい死率は低かったものの，1979年に22％と比較的高かった。1980年に14％，1981年に9％と低い値であった。また，1982年のカキへい死は北部広島湾で11月中旬に平均12％で，前年にひきつづき低い値であった。

3. 垂下層の上層でへい死率が高く，中・下層で低かった。これは，以前広島湾や松島湾で発生した大量へい死でもみられた。

4. イキスカキでへい死率が高く，抑制カキで低かった。

5. 1978年に採苗したイキスカキおよび抑制カキを江田内にそれぞれ9～11ケ月，2～3ケ月垂下後，北部広島湾のいくつかの養殖漁場へ移動させた。今回調査した養殖漁場および垂下層によって生肉重量は変わるが，へい死率は変わるとは言えなかった。

6. 多くの場合，生き残ったカキの生肉重量とへい死率との間には有意（危険率1％又は5％）の正の相関が認められたが，へい死率の全変動に対する生き残ったカキの生肉重量の寄与率は平均して約0.3であり，へい死終了後のむき身重量で説明できない部分の方が大きかった。

7. 1960～1964年と1979～1981年の広島湾の水温をみると，へい死の多かった年には夏期の水温が高く，へい死の少なかった年には水温も低く経過した。

この調査は，広島県農政部水産課，広島県広島・呉農林事務所水産課並びに広島県水産試験場の共同調査で，カキ養殖業者の協力のもとにおこなわれた。

文　　献

1）竹内卓三・木村知博・竹本義照・梶上邦武・荒木文雄：カキへい死対策試験－移殖操作とへい死率の比較，およびこれと病理組織像との対比－．広島県水産試験場報告，**24**，29～46，1964.

2）三好義照・木村知博・竹内卓三・荒木文雄：カキへい死対策試験－移殖操作とへい死率の比較，およびこれと病理組織像との対比．その2－．広島県水産試験場報告，**27**，1～8，1966.

3）菅野　尚・佐々木　実・桜井保雄・渡辺　競・鈴木健三：松島湾におけるカキの大量斃死に関する研究 I．大量斃死の状況と環境について．東北水研　研究報告，**25**，1～26，1965.

4）小笠原義光・小林歌男・岡本　亮・古川　厚・久岡　実・野上和彦：カキ養殖における抑制種苗の使用とその生産的意義．内海区水産研究所研究報告，**19**，1～153，1962.

5）Sinderman，C. J.：Oyster mortalities and their control. in "Advances in aquaculture"

(ed. by Pillay, T. V. R. and Dill, Wm. A.), 349－361. Fishing News Books Ltd., Farnham. Surrey. England, 1979.

6) 藤田　正・松原孝之・広川泰子・荒木文雄：広島湾産マガキ（*Ostrea gigas*）に見られる炎症性病変の病理組織学的研究. 日水誌, **19**, 766～770, 1953.

7) 藤田　正・松原孝之・広川泰子・荒木文雄：広島湾産マガキ *Ostrea gigas* に見られる炎症性病変の病理組織学的研究－Ⅱ. 日水誌, **20**, 1063～1065, 1955.

8) 竹内卓三・松原孝之・広川泰子・築山　明：広島湾産マガキ（*Ostrea gigas*）の異常斃死に関する細菌学的研究－Ⅰ. 日水誌, **20**, 1066～1070, 1955.

9) 竹内卓三・松原孝之・広川泰子・築山　明：広島湾産マガキ *Ostrea gigas* の異常斃死に関する細菌学的研究－Ⅱ. 日水誌, **21**, 1199～1203, 1956.

10) 竹内卓三・松原孝之・広川泰子・松尾吉恭：広島湾産マガキ *Ostrea gigas* の異常斃死に関する細菌学的研究－Ⅲ. 日水誌, **23**, 19～23, 1957.

11) 森　勝義・今井丈夫・豊島清明・臼杵　格：松島湾におけるカキの大量斃死に関する研究Ⅳ. 性成熟及び産卵に伴うカキの生理的活性と糖原量の変化. 東北水研　研究報告, **25**, 49～63, 1965.

12) 森　勝義・玉手英夫・今井丈夫・市川　収：松島湾におけるカキの大量斃死に関する研究Ⅴ. 性成熟及び産卵に伴うカキの脂質及び糖代謝の変化. 東北水研　研究報告, **25**, 65～88, 1965.

13) Mori, K.: Effects of artificial eutrophication on the metabolism of the Japanese oyster *Crassostrea gigas*. Marine Biology, **53**, 361～369, 1979.

付表 1. 1979年カキへい死調査結果

Appendant table 1. Results of survey in 1979.

場所 Sampling station			漁業権免許番号 No. of fishery right	採集月日 Sampling date	養殖方法 Culture type	生き残りカキの平均生肉重量(g) Mean meat weight of living oysters		
						上 U*3	中 M*4	下 L*5
大竹	阿多田島	Atadajima	1,007	10. 30	抑制 Y*1	7. 1	5. 4	4. 2
〃	〃	〃	〃	〃	イキス I*2	7. 3	6. 8	6. 1
〃	可部島	Kabeshima	1,001	〃	イキス I	12. 7	9. 3	9. 0
〃	〃	〃	〃	〃	抑制 Y	12. 0	7. 3	5. 9
〃	玖波	Kuba	1,000	〃	イキス I	10. 5	6. 8	5. 8
大野	丸石浜	Maruishihama	1,042	〃	イキス I	11. 8	8. 2	5. 8
宮島	御床浦	Mitokoura	1,018	〃	抑制 Y	5. 7	4. 1	2. 9
〃	〃	〃	〃	〃	抑制 Y	5. 4	—	—
〃	杉ノ浦	Suginoura	1,055	10. 31	イキス I	10. 8	6. 0	6. 3
〃	包ケ浦	Tsutsumigaura	1,019	〃	抑制 Y	6. 4	5. 0	4. 2
大野	観音崎	Kannonzaki	1,016	10. 30	イキス I	12. 5	10. 0	7. 2
廿日市	地御前	Jigozen	1,066	10. 31	イキス I	18. 8	8. 7	8. 9
〃	〃	〃	1,068	〃	抑制 Y	9. 8	6. 2	6. 4
五日市	楽々園	Rakurakuen	1,086	〃	イキス I	9. 0	11. 8	6. 5
〃	〃	〃	〃	〃	抑制 Y	10. 0	4. 5	3. 8
広島	江波	Eba	1,104	11. 9	イキス I	10. 4	8. 2	8. 1
五日市	津久根島	Tsukunejima	1,100	〃	抑制 Y	8. 3	7. 0	5. 1
広島	カクマ島	Kakumajima	1,108	〃	抑制 Y	6. 5	5. 7	5. 9
〃	似島	Ninoshima	1,109	〃	抑制 Y	6. 2	5. 6	5. 2
〃	〃	〃	1,113	〃	抑制 Y	6. 9	4. 5	4. 9
〃	峠島	Tōgejima	1,115	〃	抑制 Y	5. 3	4. 5	—
〃	金輪島	Kanawajima	1,120	〃	イキス I	6. 4	5. 0	3. 6
沖美	大那沙美島	Ōnasamijima	1,231	11. 8	抑制 Y	9. 8	7. 9	7. 9
〃	高祖	Takaso	1,230	〃	抑制 Y	8. 1	5. 2	4. 9
〃	三吉	Miyoshi	1,220	〃	抑制 Y	4. 4	3. 1	3. 7
江田島	長浜	Nagahama	1,248	〃	イキス I	11. 3	4. 4	5. 7
〃	江関	Ezeki	1,337	〃	抑制 Y	6. 0	3. 8	3. 2
呉	天応	Tennō	2,062	〃	イキス I	7. 9	6. 9	7. 9
沖美	大黒神島	Ōkurokamijima	1,234	11. 7	抑制 Y	5. 9	4. 2	3. 4
〃	〃	〃	1,241	〃	イキス I	11. 1	8. 9	9. 0
大柿	深江	Fukae	1,280	〃	抑制 Y	3. 9	6. 7	4. 7
〃	柿木鼻	Kakinokibana	1,275	〃	抑制 Y	5. 4	5. 3	4. 5
〃	長瀬鼻	Nagasebana	1,293	〃	抑制 Y	4. 2	5. 5	4. 9
〃	引島	Hikijima	1,296	〃	抑制 Y	10. 8	11. 4	7. 7
音戸	波多見	Hatami	1,350	11. 6	イキス I	8. 6	11. 9	9. 3
〃	アジワ島	Ajiwajima	1,352	〃	イキス I	7. 8	8. 0	8. 9
呉	小情島	Konasakejima	1,353	〃	イキス I	6. 9	9. 0	6. 4
倉橋	倉井	Kurai	1,390	〃	抑制 Y	4. 8	7. 4	6. 7
安芸津	赤崎	Akazaki	1,531	11. 5	イキス I	8. 4	6. 4	7. 3
〃	〃	〃	1,532	〃	イキス I	6. 9	6. 1	5. 6
〃	藍之島	Ainoshima	1,533	〃	イキス I	6. 8	7. 6	5. 1
〃	小松原	Komatsubara	1,499	〃	イキス I	5. 4	7. 3	8. 3
安浦	柏島	Kashiwajima	1,472	〃	イキス I	6. 3	6. 7	—
〃	〃	〃	〃	〃	抑制 Y	2. 9	3. 2	3. 8
〃	亀戸	Kamedo	1,468	〃	イキス I	5. 1	5. 0	4. 3
〃	深之浦	Fukanoura	1,470	〃	イキス I	5. 7	6. 6	4. 7

*1. Long period hardened oysters ("2-year"oysters)

*2. Short period hardened oysters ("2-year"oysters)

生き残りカキの平均殻高(cm) Mean shell height of living oysters			へい死カキの平均殻高(cm) Mean shell height of dead oyters			へい死率 (%) Mortality		
上 U	中 M	下 L	上 U	中 M	下 L	上 U	中 M	下 L
8.1	7.6	7.4	6.3	4.6	6.6	32	19	11
8.4	8.1	8.0	7.3	6.8	7.4	39	14	18
8.4	9.4	8.0	8.3	7.9	7.6	57	78	29
8.6	7.1	6.9	7.8	6.0	5.6	23	31	3
9.7	8.8	8.3	9.6	8.5	7.9	57	41	48
9.3	8.9	8.9	9.9	7.7	7.5	58	48	55
6.4	6.8	6.1	5.9	5.8	5.2	38	6	9
5.4	—	—	5.6	4.8	—	42	22	—
7.5	7.4	8.4	6.1	5.8	6.4	48	47	18
7.3	6.6	6.9	6.1	5.7	5.5	55	38	39
9.4	8.7	7.9	9.5	8.6	5.7	67	51	4
10.1	8.3	9.3	8.1	8.3	8.6	55	29	19
7.7	7.2	7.7	6.9	5.7	5.8	42	23	13
8.6	9.0	7.8	8.7	9.1	7.1	31	29	21
7.3	6.4	5.4	—	5.2	5.1	0	16	4
9.8	9.2	8.1	10.2	7.8	6.1	18	11	13
7.1	6.3	6.6	6.1	4.9	5.7	32	30	12
8.1	8.5	7.9	5.7	5.6	5.6	8	11	8
6.9	7.4	7.6	6.2	5.8	4.1	25	10	13
7.6	7.9	7.7	6.1	7.0	5.2	22	8	12
6.9	6.8	—	7.8	7.2	—	44	2	—
8.5	8.3	8.5	6.7	7.6	6.7	23	47	11
7.9	7.7	7.7	7.6	7.1	7.5	8	13	9
7.1	7.3	6.5	6.8	6.5	5.4	7	5	10
7.9	7.0	7.4	6.7	7.4	4.2	20	4	9
7.9	5.7	7.2	7.8	6.8	6.6	36	61	17
6.9	6.4	6.0	5.6	5.4	4.8	35	15	11
9.3	9.3	8.8	8.7	7.6	8.3	9	19	9
7.7	6.7	6.0	7.6	5.9	—	11	4	0
10.3	8.8	10.1	8.6	9.3	9.7	48	38	47
7.8	8.6	8.5	6.9	7.9	7.2	10	36	8
6.3	6.7	5.9	5.3	5.0	4.4	16	4	9
6.3	6.9	6.9	5.2	—	—	5	0	0
7.7	8.3	7.5	8.1	7.9	6.6	7	15	10
7.1	9.2	8.5	7.3	8.0	8.4	36	33	24
8.1	8.5	9.7	7.4	7.7	9.0	24	16	17
7.8	8.0	7.7	7.0	7.9	7.2	10	6	24
7.4	8.2	8.0	5.8	6.8	7.6	19	14	11
9.4	9.7	9.4	8.3	9.4	6.9	43	10	25
7.9	7.7	8.5	7.2	7.2	6.6	29	19	15
7.2	8.5	7.3	6.9	8.0	6.6	29	8	19
7.3	8.4	8.1	6.9	8.2	6.6	28	21	18
8.6	8.8	—	7.7	6.0	—	36	24	—
5.7	7.0	6.2	4.7	5.4	4.8	9	4	6
7.4	8.0	7.4	6.3	6.9	6.6	19	9	11
9.0	9.7	8.4	6.9	8.7	6.4	16	12	12

*3. Upper layer (about 1m) of the string (9m)
*4. Middle layer (about 4m) of the string
*5. Lower layer (about 8m) of the string

付表 2.　1980年カキへい死調査結果
Appendant table 2.　Results of survey in 1980

場所 Sampling station			漁業権免許番号 No. of fishery right	採集月日 Sampling date	養殖方法 Culture type		生き残りカキの平均生肉重量(g) Mean meat weight of living oysters 上 U*4	中 M*5	下 L*6
大竹	阿多田島	Atadajima	1,007	9. 24	イキス	I*1	6.0	5.0	4.2
〃	〃	〃	〃	〃	抑制	Y*2	3.5	2.5	2.6
〃	可部島	Kabeshima	1,001	〃	抑制	Y	4.2	1.5	1.1
宮島	須屋浦	Suyaura	1,003	〃	3年もの 3-year*3		5.5	3.1	2.4
〃	杉ノ浦	Suginoura	1,055	〃	抑制	Y	2.9	2.4	3.7
〃	〃	〃	〃	〃	イキス	I	8.6	5.6	2.8
廿日市	地御前	Jigozen		〃	イキス	I	10.3	7.1	2.7
〃	〃	〃		〃	抑制	Y	3.1	1.8	—
五日市	楽々園	Rakurakuen	1,086	〃	イキス	I	7.3	4.7	2.6
〃	津久根島	Tsukunejima	1,100	〃	イキス	I	7.6	3.9	2.4
広島	カクマ島	Kakumajima	1,108	〃	抑制	Y	2.9	1.3	2.4
〃	似島	Ninoshima	1,109	〃	イキス	I	14.5	7.2	5.7
〃	峠島	Tōgejima	1,115	〃	抑制	Y	2.1	1.3	2.3
〃	〃	〃	〃	〃	イキス	I	9.8	4.9	4.2
江田島	江関	Ezeki	1,337	9. 25	抑制	Y	3.3	1.6	1.2
〃	長浜	Nagahama	1,248	〃	イキス	I	3.3	3.7	2.7
沖美	三吉	Miyoshi	1,219	〃	イキス	I	5.9	6.0	3.9
〃	大黒神島	Ōkurokamijima	1,234	〃	イキス	I	5.7	5.6	4.4
大柿	長瀬鼻	Nagasebana	1,293	〃	抑制	Y	2.5	1.8	1.6
〃	引島	Hikijima	1,296	〃	イキス	I	5.7	4.3	4.3
音戸	アジワ島	Ajiwajima	1,352	9. 26	イキス	I	10.4	7.7	7.2
呉	小情島	Konasakejima	1,353	〃	イキス	I	6.6	5.3	4.2
倉橋	倉井	Kurai	1,390	〃	イキス	I	6.5	7.0	6.2
安芸津	赤崎	Akazaki	1,531	〃	イキス	I	7.3	4.9	3.4
〃	〃	〃	〃	〃	3年もの 3-year		7.2	8.2	9.9
〃	藍之島	Ainoshima	1,533	〃	3年もの 3-year		5.6	4.2	5.0
〃	風早	Kazahaya		〃	3年もの 3-year		8.4	9.3	6.6
安浦	柏島	Kashiwajima	1,472	〃	3年もの 3-year		5.7	6.2	5.6

*1. Short period hardened oysters ("2-year" oysters)
*2. Long period hardened oysters ("2-year" oysters)
*3. "3-year" oysters
*4. Upper layer (about 1m) of the string (9 m)
*5. Middle layer (about 4m) of the string
*6. Lower layer (about 8m) of the string

生き残りカキの平均殻高(cm) Mean shell height of living oysters			へい死カキの平均殻高(cm) Mean shell height of dead oysters			へい死率(%) mortality		
上 U	中 M	下 L	上 U	中 M	下 L	上 U	中 M	下 L
8.3	8.5	7.7	4.3	5.0	5.2	4	6	25
6.0	5.7	5.5	—	—	—	0	0	0
7.0	5.4	4.8	—	—	—	0	0	0
7.5	7.4	6.5	6.6	9.0	—	4	6	0
5.7	5.8	6.8	5.2	4.8	7.3	9	7	5
7.9	7.8	6.1	7.0	7.8	—	33	13	0
8.9	9.0	8.1	7.3	8.5	7.5	8	14	13
5.8	5.3	—	3.5	—	—	7	0	—
8.8	7.5	6.3	7.0	4.7	3.3	14	0	5
8.6	7.8	7.2	4.8	6.5	5.9	17	9	10
6.0	4.3	6.3	3.8	3.1	4.0	7	4	10
10.5	9.7	9.1	8.2	8.8	9.0	30	22	24
5.6	3.9	6.3	3.8	3.9	5.7	8	4	7
10.5	9.5	9.7	9.3	8.6	10.0	38	32	26
7.6	5.4	4.3	7.7	—	2.5	3	0	4
7.3	7.0	7.1	7.7	3.7	3.1	12	10	12
7.4	7.9	6.4	4.6	4.6	5.9	26	33	11
8.2	9.0	7.9	4.7	7.7	8.2	3	23	14
5.8	5.8	5.5	4.5	2.6	—	11	5	0
8.3	7.9	8.3	5.3	7.1	6.0	18	30	9
9.1	8.1	9.2	8.4	8.5	10.1	40	15	31
7.6	7.2	7.0	7.2	5.3	6.2	15	11	16
5.9	7.5	7.0	6.4	6.2	4.9	13	14	14
7.6	7.5	7.3	7.1	6.2	5.3	31	10	4
8.4	9.1	8.5	7.3	7.0	8.0	44	24	26
7.7	7.4	7.6	6.0	4.7	5.6	28	5	11
7.5	8.8	8.0	7.3	6.2	5.9	33	52	46
8.2	8.7	7.7	7.2	6.4	5.9	11	12	28

付表 3. 1981年カキへい死調査結果

Appendant table 3. Results of survey in 1981.

場所 Sampling station		漁業権免許番号 No. of fishery right	採集月日 Sampling date	養殖方法 Culture type	生き残りカキの平均生肉重量(g) Mean meat weight of living oysters 上 U*4	中 M*5	下 L*6
大竹	阿田多島 Atadajima	1,007	9. 28	イキス I*1	7.2	6.4	5.5
〃	可部島 Kabeshima	1,001	〃	イキス I	6.1	4.6	4.4
〃	丸石浜 Maruishihama	1,042	〃	イキス I	5.7	4.6	4.0
宮島	杉ノ浦 Suginoura	1,055	〃	イキス I	8.1	8.2	5.3
廿日市	地御前 Jigozen	1,066	〃	イキス I	10.3	6.2	5.6
五日市	津久根島 Tsukunejima	1,100	9. 25	イキス I	7.6	4.5	4.3
広島	カクマ島 Kakumajima	1,108	〃	イキス I	9.7	8.1	4.8
〃	似島 Ninoshima		〃	イキス I	4.6	4.1	3.3
〃	峠島 Tōgejima	1,115	〃	イキス I	4.4	5.3	3.6
江田島	幸之浦 Kōnoura	1,312	〃	イキス I	3.0	2.4	2.4
沖美	三吉 Miyoshi	1,220	〃	イキス I	5.2	4.6	5.1
〃	大黒神島 Ōkurokamijima	1,234	〃	抑制 Y*2	2.1	1.8	1.8
音戸	アジワ島 Ajiwajima	1,352	9. 30	イキス I	6.6	5.6	6.2
呉	小情島 Konasakejima		〃	イキス I	4.8	4.5	—
倉橋	袋ノ内 Fukuronouchi		〃	イキス I	5.3	5.3	5.8
安芸津	赤崎 Akazaki	1,531	9. 26	3年もの 3-year*3	9.1	6.8	8.2
〃	〃 〃	1,532	〃	3年もの 3-year	7.9	7.1	5.8
〃	小松原 Komatsubara	1,499	〃	3年もの 3-year	8.5	7.7	4.4
安浦	柏島 Kashiwajima	1,472	〃	イキス I	3.7	5.3	3.7

*1. Short period hardened oysters ("2-year" oysters)
*2. Long period hardened oysters ("2-year" oysters)
*3. "3-year" oysters
*4. Upper layer (about 1 m) of the string (9 m)
*5. Middle layer (about 4 m) of the string
*6. Lower layer (about 8 m) of the string

生き残りカキの平均殻高(cm) Mean shell height of living oysters			へい死カキの平均殻高(cm) Mean shell height of dead oysters			へい死率 (%) mortality		
上 U	中 M	下 L	上 U	中 M	下 L	上 U	中 M	下 L
8.8	7.5	7.8	9.2	—		3	0	0
8.7	7.4	8.5	4.1	4.2	6.9	7	6	4
7.9	7.8	8.0	8.0	—	7.0	11	0	6
7.6	9.7	8.4	8.2	8.0	5.1	31	17	5
8.2	8.4	8.4	7.4	—	—	50	0	0
8.6	7.9	7.9	9.3	4.0	—	5	3	0
9.6	8.9	7.6	9.1	7.8	8.4	5	14	15
7.7	7.9	7.8	6.9	7.4	6.8	20	11	10
8.2	8.8	7.4	5.9	—	—	6	0	0
6.6	6.0	5.6	—	4.8	—	0	3	0
8.3	7.8	8.7	—	8.9	—	0	8	0
6.6	5.9	5.8	3.7	—	—	3	0	0
9.0	9.8	9.4	9.9	9.7	8.3	9	10	9
8.4	8.1	—	7.2	6.8	—	18	3	—
9.5	9.2	9.4	9.1	8.2	8.6	4	14	10
7.5	9.3	8.8	6.4	7.3	5.5	38	18	4
7.9	8.3	8.2	7.4	8.6	9.7	36	4	3
9.9	11.2	8.1	6.8	9.0	7.3	17	6	20
8.3	9.6	7.9	6.2	7.3	—	16	13	0

ヒラメ稚魚の海面小割生簀における飼育法の検討

紙本洋志・片岡憲治

Examination of Culture Method for Flatfish (*Paralichthys olivaceus*) in Crawl.

Youji KAMIMOTO and Kenji KATAOKA

ヒラメの種苗生産は既に10万尾程度の生産を安定して行える技術が開発されている[1,2]。広島県水産試験場（1979）は，網生簀と陸上槽での稚仔魚の後期飼育試験で，全長10㎜の稚魚までは海面施設よりも陸上施設での飼育の方が歩留りは良いことを報告した[3]。しかしながら全長50㎜程度まで陸上施設で飼育する場合は，変態後のヒラメ稚魚が着底するため，残餌や排泄物で汚れた底の掃除がしにくく，水質の管理が難しくなること，また，多量生産を行う場合に広い飼育槽が必要となり作業手間がかかるとか経費が高くつく等の理由によって10㎜以上のヒラメについては海面小割網生簀の利用が望ましいと考えた。

また，成魚養成は他県において陸上施設が一般的であるが[4]，広島県では海に接した適地が少ないことや施設経費が高くつくこと等から海面小割生簀によるヒラメの養殖が普及しつつあり，受入れ種苗のサイズの検討も必要となっている。

以上のことから今回海面小割網生簀でのヒラメ稚魚の飼育技術の検討（沖出し稚魚の大きさの検討）を行った。同時に，これまでの観察から浮魚養殖に用いられている小割網生簀では，底網のたるみにヒラメが蝟集しトビが出現することが判っているため，網生簀の構造についても若干の検討を行ったので報告する。

材料および方法

1. 沖出しサイズの検討試験

供試魚は，竹原市の電源開発環境緑化センターの温排水利用施設で飼育中の親魚が，3月10日および3月31日に自然産卵した受精卵から生産した稚魚を，6月8日に20㎜サイズ（3月31日採卵分），30，50㎜サイズ（3月10日採卵分）の各サイズに選別して試験に供した。

試験区は20，30，50㎜サイズ区とし，2.5×2.5×1.7 mの160径もじ網生簀に20㎜サイズ区2,000尾，30，50㎜サイズ区はそれぞれ1,000尾を放養した。飼育期間は20㎜サイズ区は6月10日から6月20日まで，30，50㎜サイズ区は6月8日から6月18日までの10日間とした。試験期間中の餌料は冷凍アミエビ細片肉を，1日4回9時，11時，13時，16時30分にほぼ飽食まで投与した。

魚体測定は，試験開始時および終了時にそれぞれの区から無作為に採取した50尾づつのサンプ

ルについて全長を測定し，生残率は試験終了時に全数を計数した。

2. 改良網有効確認試験

試験に使用する小割網生簀は，規格を試験区（改良網），対照区（従来網）ともに 3.0 × 3.0 × 1.7 mとした。ただし，試験区は図1に示すように，側網は21節，底網は内側を21節，外側を11節目合いの二重網とした。また底網は，亜鉛びき鋼管の枠で固定して底網のたるみをなくした小割網生簀を使用した。対照区は，底網が一重で底枠を入れない従来の浮魚養殖用160径もじ網小割網生簀を使用した。

供試魚は試験1に供するために生産されたヒラメ稚魚の中から50㎜サイズの稚魚をそれぞれの区に1,000尾づつ放養した。飼育期間は，両区とも6月8日から7月2日の24日間とした。飼育期間中の給餌は，1日4回9時，11時，13時，16時30分に冷凍アミ細片肉を与え，徐々にイカナゴ細片肉を加えて全長60㎜に成長した時からイカナゴ，マダイ用モイスペレットを与えた。

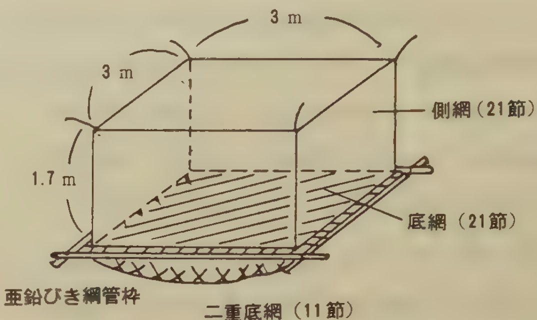


図1. 二重底網の小割生簀

Fig. 1. Crawl with doubled and flat bottom

魚体測定は試験開始時，中間，終了時にそれぞれの区から無作為に採集した50尾づつのサンプルについて，全長を測定し，生残率は各回ごとに尾数を計数した。

結　　　果

1. 沖出しサイズの検討試験

飼育結果を表1に示した。歩留りは沖出しサイズが大きくなるほど良くなっている。試験開始

表1. 沖出サイズ確認試験飼育結果

Table 1. Result of Examination in size of larva for realing in a crawl

サイズ Size of fish	測定月日 Date	尾数 Number of fish 開始時 Initial	尾数 Number of fish 終了時 Final	生残率 Survival rate (%)	全長範囲 Range of total length (㎜)	平均全長 Mean total length (㎜)	標準偏差 Standard deviation	変動係数 Coefficient of Variation (%)
20 ㎜	56. 6. 10	2,000	1,479	74.0	15.3～31.0	22.7	2.9	12.8
	6. 20				20.7～44.2	32.1	5.3	16.5
30 ㎜	6. 8	1,000	911	91.1	23.4～40.4	31.6	3.6	11.4
	6. 18				31.4～52.7	43.6	5.4	12.4
50 ㎜	6. 8	1,000	957	95.7	36.8～61.5	48.3	5.8	12.0
	6. 18				42.7～85.6	60.8	8.0	13.2

時の全長を1とした成長比は20㎜サイズ区（1.41），30㎜サイズ区（1.38）50㎜サイズ区（1.26）であった。飼育開始，終了時の全長組成の変化を図2に示した。20，30㎜サイズ区はほぼ安定した成長を示したが，50㎜サイズ区にはトビが出現した。

2. 改良網有効確認試験

飼育結果を表2に示した。歩留り，成長ともに試験区（改良網）が対照区（従来網）よりもやや良い程度であった。しかし，図3に示すように試験終了時の対照区の全長組成は試験区に比べ幅が広くなっており，試験区では変動幅は小さく，全体に良好な成長をしている。また全長の平均値は試験区では最頻値とほぼ等しく，対照区では最頻値より大きくなった。

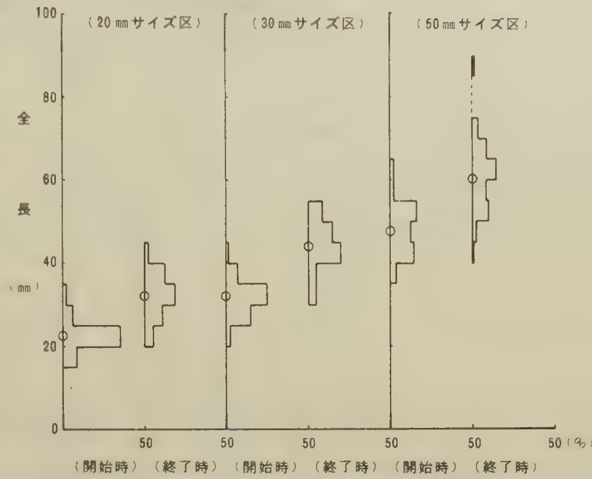


図2. ヒラメの稚魚成長時の全長組成の変化

Fig. 2. Frequency histogram of flat-fish larva growth in total length

表2. 改良網有効性検討試験飼育結果

Table 1. Result of Examination in effect new tipe crawl

生簀網の構造 Type of Crawl: 区分 Type	生簀網の構造 Type of Crawl: 網の目合 Size of mesh	測定月日 Date	残存尾数 Survival Mumber of fishes (/㎡)	生残率 Survival rate (%)	全長範囲 Range of total length (㎝)	平均全長 Mean total length (㎝)	標準偏差 Standard deviation	変動係数 Coefficient of Variation (%)
普通網 General type	側網，底網（160径） Side and Botton net (3.1㎜ Square mesh) 一枚底網 (Single bottom net)	56.6. 8	1,000 (160/㎡)	100	3.68～6.15	4. 83	0. 57	11. 8
		6. 18	957 106	95.7	4.27～8.56	6. 08	0. 80	13. 2
		7. 2	803 (89)	84.9	5.46～13.60	9. 00	1. 50	16. 7
改良網 New type	側網，底網（21節） Side and Bottom net (7.6㎜ Square mesh) 二重底網（11節） Double bottom net (1.5㎜ Square mesh)	56.6. 8	1,000 (160)	100	3.68～6.15	4. 83	0. 57	11. 8
		6. 18	938 (104)	93.8	5.12～8.71	6. 49	0. 67	10. 4
		7. 2	857 (95)	90.7	7.67～12.02	9. 39	0. 89	9. 5

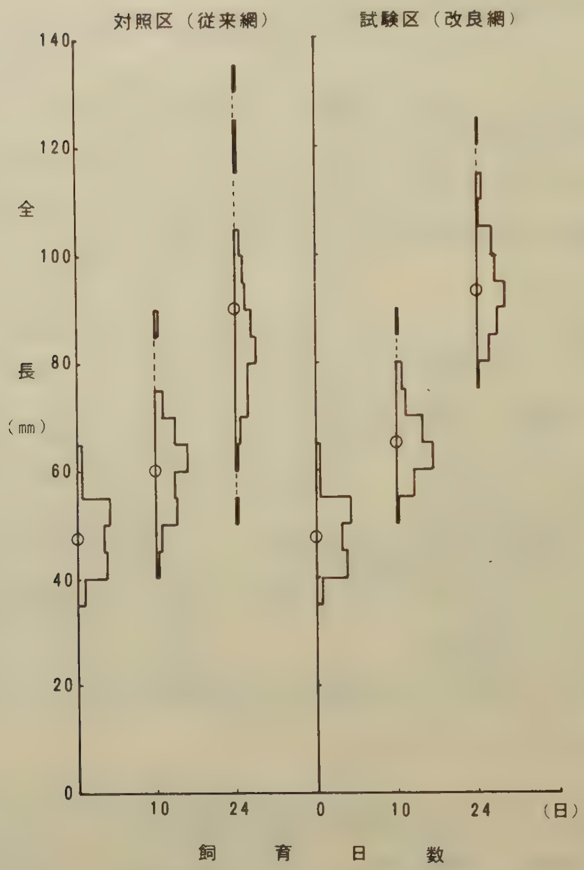


図3. いけす網の違いによるヒラメ稚魚の全長組成の変化

Fig. 3. Frequency histogram of flat−fish, larva growth in total length with two type crawl

考　　　　察

1. 沖出しサイズの検討試験

沖出しサイズが大きいほど歩留りは良いことが認められた。特に50㎜サイズ区では全長の変動幅が大きくなった。試験の結果からは，30㎜サイズ稚魚が歩留りも90％以上で20㎜サイズよりも良く，また成長の変動幅も50㎜サイズ区ほど大きくないので，30㎜サイズで沖出しした方が無難と思われる。

ヒラメの場合，変態後の成長差による各個体間の全長の著しい差は，共食いで歩留りを下げる要因となっている。

2. 改良網有効確認試験

試験終了時に，試験区は対照区に比べ平均全長でやや上回り，全長の変動幅も小さく，底網のたるみをなくした改良網の効果が認められた。試験区では底網がたるんでいないためかヒラメが重ならず，個々の摂餌行動がたやすいようであった。ただし，底網での着底は均一な分布でなく

潮の流れの影響によるものか特定場所にかたよった着底分布をしている。対照区では網のたるみの凹部分にヒラメが集中し的に集まり，個々の摂餌行動が制約されているのが観察され，これが成長の変動幅を生じさせた要因と思われる。

また歩留りは，対照区（84.9％），試験区（90.7％）と両区とも良く，ほとんど差はないので50㎜以下のサイズで検討する必要がある。底網を二重にした効果としては，底網の外側二重網に付着物がつき，ヒラメが着底する内側底網には付着物が少ないため，ヒラメに傷をつけないことが考えられる。

要　　　約

1. 20，30，50㎜サイズのヒラメ稚魚を海面小割網生簀で10日間飼育し，成長，歩留りを比較した。30㎜サイズのヒラメ稚魚は，歩留り90.7％で良好であった。また全長組成の幅も小さく海面飼育開始に適当なサイズと考えられた。
2. 50㎜稚魚を網底を平らにし，底網を二重にした改良網と浮魚用の従来の養殖網で比較飼育を行った。試験区（改良網）は対照区（従来網）に比べ平均全長でやや上回り，全長の変動幅も小さく網の改良効果が認められた。ただし，歩留りは大きな差がでなかった。今後50㎜サイズ以下で検討する必要がある。

文　　　献

1）鳥取県水産試験場1977：昭和51年度指定研究種苗生産報告書（ヒラメ・カレイ類，昭和49～51年度総括），1～52．

2）平本義春・小林啓二1979：ヒラメの種苗生産について，栽培技研　8(1)　41～51．

3）広島県水産試験場事業報告（昭和54年度）種苗生産研究：ヒラメ（紙本洋志）

4）原田輝雄　1981：ヒラメのタンク養殖，養殖．18(4)　44～48．

広島県沿岸に出現する赤潮生物－I

Chattonella antiqua (HADA) ONO と
Chattonella marina (SUBRAHMAYAN) HARA et CHIHARA

高　山　晴　義

Red Tide Organisms Occurring in Coastal Waters of Hiroshima Prefecture－I

Chattonella antiqua (HADA) ONO and
Chattonella marina (SUBRAHMANYAN) HARA et CHIHARA

Haruyoshi TAKAYAMA

これまでに広島県下で赤潮を形成した主な赤潮生物について，その特徴や出現状況等を順次報告したいと考えている。第1回目はシャットネラ属について述べる。

Chattonella antiqua (HADA) ONO

Plate I.の 1－3。体長50－130 μm。 外形は，前体部が広く，後端が尖った紡錘形のことが多いが，環境条件の変化にともなって変化しやすい。細胞の前端部分に小さな溝（腹溝または咽喉）があり，これから2本の鞭毛が生じる。このうち1本は遊泳鞭毛で，前方に伸びて波状運動をする。他の1本の運動性は非常に小さく，通常は後方に曳航されるが，まれにゆるやかな運動が観察される。細胞内は外部原形質と内部原形質とにわかれており，前者には黄褐色をした粒状または桿状の色素体が多数散在する。後者には核などが含まれる。原形質膜は，わずかな刺激によって破壊されやすく，体表に多数の小顆粒が分布する。

Chattonella marina (SUBRAHMANYAN) HARA et CHIHARA

Plate I. の4－5。体長25－60 μm。 前種より小さく，外形は卵形または洋梨形のものが多い。細胞内および体表の構造は前種に酷似しており，前種との最も大きな相違点は細胞の大きさが異なることである。しかしながら，前種も後端が破壊されて本種に近似することがあるので，一般には好適条件下においてしばらく飼育し，その体長組成を比較する以外に両者を正確に区別することはほとんど困難である。

上記2種の生物は，これまで分類学的位置が定まらないまま，ムカシウミミドリムシまたはホルネリアなどと呼ばれてきたが，シャットネラ属として扱われるようになった経緯はほぼつぎの

とおりである。

シャットネラは，1969年に広島湾で赤潮を形成したが，これが我が国で最初に記録されたシャットネラ赤潮である。HADA（1974）は，これをミドリムシ類の新属新種であるとして，*Hemieutreptia antiqua* HADA（ムカシウミミドリムシ）と命名した。その後，本種はミドリムシ類とするよりも，1954年に SUBRAHMANYAN がインド西海岸で発見した緑色鞭毛藻（ラフィド藻）類の *Hornellia marina* SUBRAHMANYAN と同一種か，またはその近縁種であると考えられるようになり，長く〃ホルネリア〃と呼ばれてきた。ところが，*H. marina* はフランスの BIECHEIER（1936）が原記載した *Chattonella subsalsa* BIECHEIER と同一種であるという報告がすでになされており（HOLLANDE and ENJUMET, 1957），我が国に出現するものもシャットネラ属として扱った方が妥当であると考えられるに至った。また，我が国に出現するシャットネラに，大型と小型の２つのタイプがあることも知られるようになった（小野ら，1979）。このうち，大型タイプのものについて ONO and TAKANO（1980）は，細胞の大きさなどが *C. subsalas* や *H. marina* の記述と異なるので，これらとは別種と考え，シャットネラ属とムカシウミミドリムシとの新組合せを行って，*Chattonella antiqua*（HADA）ONO と呼ぶことを提案した。一方，原・千原（1982）は，*C. subsalsa* が特有の形状をした射出器官を有するという BIECHEIER（1936）の記述に注目し，*C. subsalsa* と *H. marina* とが同一種であるとする HOLLANDE and ENJUMET（1957）の説を否定した。そのうえで，我が国沿岸に出現する小型タイプのシャットネラは，SUBRAHMANYAN（1954）による *H. marina* の記述にほぼ一致しており，現時点では *Chattonella marina*（SUBRAHMANYAN）HARA et CHIHARA と呼んだ方が良いと提案している。すなわち，原・千原は，現在のところ，シャットネラ属には *C. subsalsa* BIECHELER, *C. antiqua*（HADA）ONO, *C. marina*（SUBRAHMANYAN）HARA et CHIHARA の３種があり，後述の２種が我が国に出現すると述べている。また，*Heterosigma* や *Fibrocapsa* などもシャットネラ属とする意見もある（LOEBLICH and FINE, 1977）が，これに対しては異論もあるようである（HEYWOOD, 1980）。シャットネラ属の分類学上の問題点について，今後も論議が行なわれるものと思われるが，本報では原・千原の提案に従うことにした。

当初，シャットネラに大型タイプ（*C. antiqua*）と小型タイプ（*C. marina*）とが存在することが知られておらず，注意深く観察していなかったので断言はできないが，1977年頃までに県下に出現したシャットネラはほとんど全て大型の *C. antiqua* であったように思われる。小型の *C. marina* は，県下では1978年に初めて広島湾で採集され，確認された。1980年に東部海域に発生したとき採集されたもののなかに，わずかながら *C. antiqua* も採集されたが，大半は *C. marina* であった。最近の傾向として，両種とも出現するが，*C. marina* が出現する頻度が高いように思われる。

最近，播磨灘など，瀬戸内海の他の海域などでは，〃ホルネリアの球形細胞（球形ホルネリア）〃と呼ばれる生物が出現し，その出現をシャットネラ赤潮の前駆的現象としてとらえようとする試みが行なわれつつある（ONO and TAKANO 1980，小野ら 1979，吉松1981）。広島湾，播磨灘，

燧灘，周防灘などで採集されたこの"球形細胞"を光学顕微鏡と走査電子顕微鏡で観察したところ，この生物は trichocyst などシャットネラとは異なった特徴を有しており（Plate I, 6），本報でとりあげた2種とは別種の生物である可能性が強い。このことについてはさらに検討が必要であろう。

広島県下では，図1に示すとおり，これまでに6件のシャットネラ赤潮の発生が確認されている。前述したように，1969年の広島湾における発生が我が国の最初のシャットネラ赤潮と考えられており，1970年には西部および東部海域とも広範囲に赤潮を形成した。広島湾などの西部海域では，毎年低密度では出現するが，1972年に小規模な赤潮を確認して以来，その後赤潮を形成するまでには至っていない。東部海域では1979年と1980年にも赤潮が確認されており，図1に示した以外にも小規模な発生があったとの情報もある。発生時期は表面水温が24〜28℃になる8月〜9月に多いが，1980年には7月中旬に発生し，発生海域の水温は22〜23℃であった。

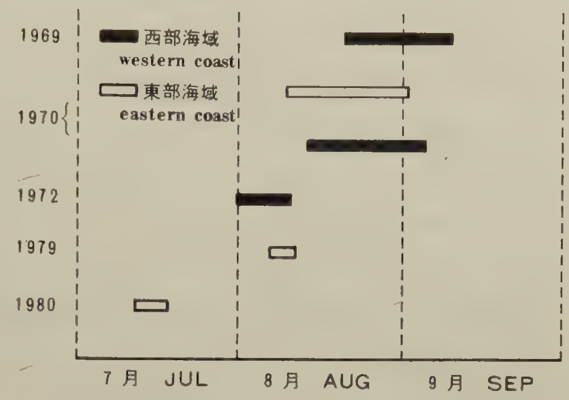


図1.　広島県下におけるシャットネラ赤潮の発生

Fig. 1. Occurrence of the red tide of *Chattonella* in coastal waters of Hiroshima Prefecture

表1.　シャットネラ赤潮による主な漁業被害

Table 1. Fisheries damages caused by red tides of *Chattonella*.

発生率　years	被害状況　fisheries damages		備考　notes
1969	ハマチ　yellow tails	64,700 尾	大竹市 Ōtake
	ハギ　filefishes	13,600	佐伯郡 Saiki-gun
	マダイ　sea breams	4,100	
1970	ハマチ　yellow tails	366,000	大竹市 Ōtake
	クルマエビ　prawns	570,000	尾道市 Onomichi
	その他コノシロ，ハギ，コチ，ウナギなどの天然魚 Many natural fishes dead, for eample, gizzard shad, filefish, flathaed and eel.		福山市 Fukuyama
1980	トラフグ種苗　seeds of fugu	40,000	沼隈郡 Numakuma-gun

公害・赤潮等漁業被害発生状況（広島県水産課，1975）および公害指導基礎資料3（広島県水産課，1982）より引用

(after Suisan-ka of Hiroshima Prefectual Office (1975 and 1982))

シャットネラ赤潮は，ほとんどの場合，漁業被害を伴う。表1に，県下におけるシャットネラ赤潮による主な漁業被害を示す。特に1970年の赤潮は，発生範囲も大規模であり，県下で養殖されていたハマチの80%以上がへい死した（広島水試，1971）。1972年には，発生規模および出現密度とも小さかったうえ，非発生海域に養殖魚を筏ごと移動させるなどの処置が取られたこともあって，被害は軽微であった。シャットネラ赤潮に限らず，多くの場合，赤潮による漁業被害は養殖ハマチに対するものが最も大きい。ウミタナゴ，ハゼなどの天然魚に対する影響も小さくないと思われるが，これら天然魚の被害の実態は必ずしも正確には把握されていない。

赤潮による魚類のへい死過程は一般に複雑で，各種の要因が重なりあって作用していると考えられるが，松里・小林（1974）は，シャットネラ（海産ミドリムシ）によるハマチのへい死機構について，つぎのように推定している。すなわち，シャットネラがハマチの鰓の表面で粘性物質を放出したり，細胞が崩壊し，それらが鰓の表面や鰓弁間につまって鰓の機能を低下させて，ハマチを窒息死させるという。また，岡市・西尾（1976）は，シャットネラの細胞に含まれる高級脂肪酸が，ハマチの鰓に障害を与えると報告している。いずれにしても，赤潮中の酸素濃度を高めるとハマチのへい死を防ぐことができる（高山，1976）ことなどから，シャットネラは魚類の呼吸器系（鰓）に障害を及ぼすものと考えられる。

文　　献

BIECHELER, B.（1936）：Sur une Chloromonadine Nouvella d'eau Saumatre *Chattonella subsalsa* n. gen., n. sp. Arch. Zool. Exp. Gén., 78, 78－83.

HADA, Y.（1974）：The Flagellates Examined from Polluted Water of the Inland Sea, Setonaikai. Bull. Plankton Soc. Japan, 20, 112－125.

原　慶明・千原光雄（1982）：日本産ラフィド藻シャットネラ（*Chattonella*）の微細構造と分類．藻類，30，47－56.

HEYWOOD, P.（1980）：Chloromonads. Phytoflagellates.（ed. by E. R. Cox）, 351－379, Elserier North-Holland, New York.

広島水試（1971）：赤潮による養殖ハマチの被害について．昭和45年度指定調査研究総合助成事業病害研究報告書，4－10.

HOLLANDE, A. and M. ENJUMET（1957）：Sur une Invasion des Eaux du Port d'Alger par *Chattonella subsalsa*（＝*Hornellia marina* SUB.）BIECHELER. Remarques sur la Toxicité de Cette Chloromonadine. Bull. Trav. Publ. Stn. Aquicult. et Péche Castiglione, N. S., 8, 273－280.

LOEBLICH, A. R. and K. E. FINE（1977）：Marine Chloromonads：More Widly Distributed in Neritic Environments than Previously Thought. Proc. Biol. Soc. Wash., 90, 388－399.

松里寿彦・小林　博（1974）：海産ミドリムシ赤潮による魚類の斃死機構解明に関する研究. 南西水研研究報告, 7, 43－67.

岡市友利・西尾幸郎（1976）：*Hornellia* の毒性について. 大規模有害赤潮の早期予知及び被害防除に関する調査研究報告書（昭和50年度), 108－113, 水産庁.

ONO, C. and H. TAKANO (1980): *Chattonella antiqua* (HADA) comb. nov., and its Occurrence on the Japan Coast. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab., 102, 93－100.

小野知足・結城勝久・吉松定昭（1979）：ホルネリアの生物学. 昭和53年6月発生ホルネリア赤潮に関する調査報告書, 69－81, 香川県.

SUBRAHMANYAN, R. (1954): On the Life-history and Ecology of *Hornellia marina* gen. et sp. nov., (Chloromonadineae), Causing Green Discoloration of the Sea and Mortality among Marine Organisms off the Malabar Coast. Indian J. Fish., 1, 182－203.

高山晴義（1976）：魚類におよぼす赤潮の影響－II. DO過飽和によるへい死の防除. 水産増殖, 23, 115－118.

吉松定昭（1981）：野外における *Chattonella antiqua*（HADA）ONO の球形細胞. 香川県水産試験場試験報告, 18, 27－37.

図版 I 説明

1. *C. antiqua* の光学顕微鏡写真.
2－3. *C. antiqua* の走査電子顕微鏡写真.
4. *C. marina* の光学顕微鏡写真.
5. *C. marina* の走査電子顕微鏡写真.
6. 「球形ホルネリア（シャットネラの球形細胞)」の走査電子顕微鏡写真.

（f：鞭毛.　g：体表の小顆粒.　p：細胞咽喉.　t：糸胞.

Expalnations of Plate I.

1. Light micrograph of *C. antiqua*.
2. and 3. Scanning electron micrographs of *C. antiqua*.
4. Light micrograph of *C. marina*.
5. Scanning elactron micrograph of *C. marina*.
6. Scanning electron micrograph of "round cell".

(f: flagellum　g: small granules on the surface
p: cyto-pharynx　t: tricocyst


1
4
p
10μm
10μm
10μm
10μm

抄　録　Abstracts of Recent Papers on HFES Investigations Published in Other Periodicals

広島湾に発生する大規模赤潮の前駆－Ⅰ
レーダーによる漂流板の追跡

楠木　豊・高山晴義

大規模赤潮の形成及び赤潮被害抑止に関する研究
一昭和55年度研究成績報告書，37－39（1981）

Investigation on Premonitory Phenomena of Development of Severe Red Tide in Hiroshima Bay-Ⅰ.
Trial to track drifts by means of a radar

Yutaka KUSUKI and Haruyoshi TAKAYAMA

Investigation on the Procedure of Development of Severe Red Tide and Prevention of Damages. Report for 1979. 37－39 (1981).

漂流板によって潮流を観測する場合，一般にその追跡は，漂流板が明視できる時間に限られる。漂流板にレーダーリフレクターを取り付け，レーダーによる漂流板の追跡を試みたところ，夜間でもその移動を捕捉することができた。

広島湾に発生する大規模赤潮の前駆－Ⅱ
赤潮プランクトンの増殖環境

楠木　豊・高山晴義・大内　晟・橋本俊将

大規模赤潮の形成及び赤潮被害抑止に関する研究
一昭和55年度研究成績報告書，41－49（1981）

Investigation on Premonitory Phenomena of Development of Severe Red Tide in Hiroshima Bay-Ⅱ
Environmental conditions for growth of red tide planktons

Yutaka KUSUKI, Haruyoshi TAKAYAMA
Akira ŌUCHI and Toshimasa HASHIMOTO

Investigation on the Procedure of Development of Severe Red Tide and Prevention of Damages. Report for 1979. 41－49 (1981)

広島湾北部において，海況，栄養塩およびプランクトンの調査を実施するとともに，同時に採取した試水を用いて *Skeletonema costatum* によるAGP 試験を行った。この結果 PO_4－Pの濃度が *Skeletonema* の増殖に影響していると考察された。

走査電子顕微鏡による*Gymnodinium*属2種の観察

高　山　晴　義

日本プランクトン学会報，28(2)，121－129 (1981)

Observations on Two Species of *Gymnodinium* with Scanning Electron Microscopy

Haruyoshi TAKAYAMA

Bull. Plankton Soc. Japan, 28(2), 121－129 (1981)

走査電子顕微鏡を用いて2種の *Gymnodinium* の観察を行い，近年我が国で *Gymnodinium breve* 類似種と呼ばれているものは，*Gymnodinium breve* DAVIS とほぼ同一種であることを認めた。また，*Gymnodinium* '65年型種については，横溝両端のズレが比較的大きいことから，一部で *Gyrodinium* として取り扱うべきであるとの議論が行われているが，この観察の結果，これまでどおり *Gymnodinium* とした方が妥当であることを示唆した。両種とも，縦溝と横溝以外に，もう1つの溝構造（上錐溝）を有することを認めた。

赤潮図からみた最近5ヶ年間の広島湾北部の8月の海況について

大内　晟・高山晴義

昭和55年度赤潮予察調査報告書
(瀬戸内海ブロック)，84－90(1982)

Hydrographic Conditions in the August of Stations in the Northern Part of Hiroshima Bay on the Basic of Red Tide Map from 1976 to 1980

Akira ŌUCHI and Haruyoshi TAKAYAMA

Research Reports on Forecasting Red Tides in Seto Inland Sea, 84－90（1982）

1976年から1980年までの赤潮予察調査の５ケ年間のデータを使用して主成分分析を行い赤潮図からみた各年の８月上旬と *Gymnodinium* '65年型種赤潮発生前の特徴を検討した。

1978年の空梅雨・高温と1980年の冷夏・多雨とは明瞭な差がみられ，その上異常値の検出も容易であった。また1977年および1979年の *Gymnodinium* '65年型種赤潮発生前の調査でも，両年とも調査点のスコアは同じような位置を占めていたが，小規模に発生した '80年の調査点のスコアとは明らかに違いが認められた。

したがって赤潮図は過去の赤潮時の調査点のスコアと比較・照合することによって赤潮の前駆状態の把握や予知に利用出来る。

重回帰式による赤潮発生予測

大　内　　　晟

日本水産学会誌，**48**(9)，1245－1250（1982）

Prediction of Red Tide Occurrence by Means of Multiple Linear Regression Model

Akira ŌUCHI

Bull. Japan. Soc. Sci. Fish., **48**(9), 1245－1250（1982).

広島湾奥部における赤潮調査の５年間（1976－1980）のデータを使用して重回帰モデルによる赤潮シミュレーションの可能性について検討した。目的変数にはPON，説明変数にはWT，Sal.，DIN，DON，TDPを選択した。月別重回帰式の重相関係数は0.38～0.81の範囲にあり，寄与率が50％を越えたのは７月と８月であった。段階的手法（$F=2.0$）による月別重回帰式では５月はSal.，6，8月はWT，Sal.，TDP，DIN，7月はSal.，TDP，DIN，9月はSal.，DONに強く依存していた。Sal.はすべての月に係わりがあり，河川水，都市廃水，工場廃水等の成分の赤潮発生への影響が推定された。

広島湾奥部における赤潮予報研究の現状

大内　　晟

沿岸海洋研究ノート，20(1)，33－42(1982)

Present Status of Red Tide Prediction Study in the Northern Part of Hiroshima Bay

Akira ŌUCHI

Bulletin on Coastal Oceanography, 20(1), 33－42(1982)

広島湾の赤潮予測システムについて，その進捗状況と将来計画について報告した。

主成分分析を応用した赤潮図は *Gymnodinium* '65 年型種の予測に有効であることが判明した。また，複雑な赤潮現象を重回帰分析によって数式化が可能で，月別の重回帰式は6～8月が1％水準で有意になった。したがって，説明変数の未来予測手法が開発出来れば，赤潮シミュレーションを行うことが出来る。

将来的には，人工衛星（LANDSAT）による赤潮監視が可能になると予想される。雲の障害がなければ9日間隔で185㎞四方の観測データが得られるので，赤潮分布状況が正確に把握出来る。

ヨレモク・ノコギリモクの群落生態研究

高場　稔・平田貞郎・木田　厚・溝上昭男

近海漁業資源の家魚化システムの開発に関する総合研究
（マリーンランチング計画）プログレス・レポート，61－70(1982)

Ecological Study of Algal Comunities of Sargassum totil, *C. agardh* and *S. serratifolium*

Minoru TAKABA, Sadao HIRATA, Atsushi KIDA
and Akio MIZOKAMI

Progress Report of Marine Ranching Plan, I－6, 61－70(1982)

安芸灘西部黒島地先のガラモ藻場（280×60 m）を対象として年6回隔月に潜水坪刈を行い，

植生状況，藻場分布面積，生育密度，ヨレモクの生長，成熟時期などの季節変化やホンタワラ類の着生基質について調査した。

藻場分布域は年間平均0.74 haで7月に0.71 haで最小，11月に1.44 haで最大となった。出現藻類は褐藻18種，紅藻25種，緑藻3種計46種であった。ホンダワラ類は8種出現し，アカモク，ジョロモク，ヤツマタモク，ヨレモクの比率が高い。ホンダワラ類の月別重量比率は47〜96%を占め，7月に低く，11月に高い。生育密度は各種とも春から夏にかけて減少，冬にかけて増加し，最大密度はアカモク44本，ヨレモク15本/m²であった。ヨレモクは7月から11月にかけて平均26 cmから145 cmに伸長した。卵放出は5月下旬から6月下旬に観察され，盛期は6月中旬であった。

着生基質の礫は1 m²あたり5〜19個あり，長径35cm以上の礫にはホンダワ類の着生が周年みられた。

魚礁団地における放流マダイの滞留と移動・分散について

溝上昭男・高場　稔

第2回魚礁研究会報告，29—42（1982）

On the Stay, Movement and Dispersion of Red Sea Bream of Liberation in the Fish Shelter

Akio MIZOKAMI and Minoru TAKABA

Report of Fish Shelter Circle, No. 2, 29－42（1982）

広島県豊田郡豊浜町大浜地先の魚礁団地に放流されたマダイの滞留，移動および分散について過去の知見と現在の調査結果から，保育魚礁の効果について検討した。

放流規模，サイズおよび放流場所を変えることによって，魚礁団地に滞留する当才マダイと1才マダイの分布様式が変化し，小型種苗を沿岸浅所のアマモ場に集中放流することによって稚魚保育礁－幼魚保育礁の機能分担がみられた。

魚礁団地で漁獲されるマダイの有標識率は高く，魚礁に棲息するマダイの7割内外が放流魚であることが推察され，5〜10万尾オーダの放流では魚礁団地の資源尾数や棲息密度に著しい差は認められず，収容力は7〜8万尾，平均的分布密度は1 m²当り0.3〜0.4尾と推定された。

魚礁団地に放流したマダイの当才魚は沿岸の稚魚保育礁周辺によく定着し，越年1才魚となって沖合の幼魚保育礁に添加される。1才魚は晩秋から冬季にかけて越冬移動が顕著で，沖合の天

然礁で越冬し，春に２才魚となって天然漁場の漁業資源に添加していくことが明らかとなった。

広島県豊島地区におけるマダイの資源培養

溝　上　昭　男

オーシャン・エージ，第15巻，１号，53－57（1983）

Cultuer Fishery of Red Sea Bream, *Chrysophrys major*, in the Toyosima Region of Hiroshima Pref.

Akio MIZOKAMI

Ocean Age, 15(1), 53－57(1983)

広島県下一のマダイ産地である豊田郡豊浜町豊島で過去10年間に亘って，栽培関連諸事業と調査研究および種苗放流，漁場管理と官民一体となって取り組んできた。

これは，種苗放流水域の漁業を禁止し，種苗の育成と保育魚礁による放流マダイの保護育成によって，漁業資源として天然漁場に添加させ生産に結びつけることを試みたものである。

ここでは，保育魚礁造成から現在まで10年間に亘る種苗放流，調査研究および漁場管理の概要について紹介した。

各種刊行物リスト　List of Additional HFES Publications

紙本洋志・馬久地隆幸・猪子嘉生：初期餌料の培養技術向上に関する研究. 昭和56年度指定調査研究事業研究結果報告書. 14 pp.(1982).

高場　稔・平田貞郎・木田　厚・溝上昭男：ガザミの増殖研究. 昭和56年度指定調査研究事業研究結果報告. 21pp.(1982).

増村和彦：医薬品の使用に関する研究. 昭和56年度魚病対策技術開発研究事業報告書. 12pp.(1982).

楠木　豊・橋本俊将・高山晴義・赤繁　悟：4. カキ殻による底質改良試験. 昭和56年度赤潮対策技術開発試験報告書. 24 pp. (1982)。

広島県水産試験場：昭和56年度栽培漁業放流技術開発事業. クロダイ報告書. 20 pp. (1982).

広島県水産試験場：昭和56年度回遊性魚類共同放流実験調査事業報告書（マダイ). 42 pp.(1982).

広島県水産試験場：昭和55年度栽培漁業技術開発事業種苗量産技術開発事業報告書。24pp.(1982).

広島県水産試験場研究報告　第13号

昭和58年 3 月31日

発行 ： 広島県水産試験場　　場長 木 村 知 博

〔〒737−12〕広島県安芸郡音戸町音戸5233−2
TEL（0823）51−2171

印刷 ： 長　尾　印　刷　所

〔〒729−24〕広島県豊田郡安芸津町三津

Bulletin
of
The Hiroshima Fisheries Experimental Station

No. 13 March 1983

Contents

Original Articles

Abstracts of Recent Papers on HFES Investigations Published in Other Periodicals

List of Additional HFES Publications

Published
by
The Hiroshima Fisheries Experimental Station
(5233–2 Ondo-cho, Aki-gun, Hiroshima Pref. 737–12, Japan)